

УДК 624.014

Анализ металлических конструкций рамных каркасов и направления их развития

Першаков В.Н., к.т.н., **Коцюбинская Л.М.,** инж., **Лоза И.П.,** инж.,
Мисирук Т.А., инж.

ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В.Н. Шимановского»,
Украина

Анотація. За авторськими свідоцтвами і патентами конструктивних рішень одноповерхових металевих рамних каркасів промислових, цивільних і сільськогосподарських будівель провідних країн за останніх 20 років проведено узагальнення і аналіз. Виявлені найбільш ефективні конструкції і напрям їх розвитку.

Аннотация. По авторским свидетельствам и патентам конструктивных решений одноэтажных металлических рамных каркасов промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий ведущих стран за последние 20 лет проведено обобщение и анализ. Выявлены наиболее эффективные конструкции и направление их развития.

Abstract. According copyright certificates and patents of structural decisions of one-story metallic frame frameworks of industrial, civil and agricultural buildings, of the leading countries for last 20 years generalization and analysis is carried out. The most effective constructions and direction of their development are exposed.

Ключевые слова: металлические конструкции, рамные каркасы.

Постановка проблемы. В 70-80-е годы XX столетия в бывшем СССР получили широкое распространение одноэтажные рамные каркасы для промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий.

Эффективные одноэтажные металлические рамные каркасы наиболее актуальны и востребованы благодаря значительному уменьшению металлоемкости конструкций, упрощенному монтажу, демонтажу, а также эксплуатации.

В связи с этим на кафедре компьютерных технологий строительства факультета аэропортов Национального авиационного университета было проведено обобщение и анализ эффективных конструкций одноэтажных металлических рамных каркасов по авторским свидетельствам и патентам за последние 20 лет.

Анализ исследований и публикаций. Всего за период 1982-2007 годов было проанализировано 8 изобретений, из них: бывший СССР – 5, патенты России – 3.

Часть изобретений посвящена рамным металлическим конструкциям с затяжкой: в конструкции № 1 затяжки-тяги соединяют концы-консоли ригеля и опорные шарниры, в конструкции № 2 затяжка соединяет карнизные узлы рамы с коньковым узлом при помощи кронштейна.

Вызывают интерес многопролетные и пространственные рамные конструкции № 3 – балочной структуры с металлическими колоннами, подкосами и балками, где достигается равная прочность и устойчивость; № 4 – рамная конструкция из модулей (стойки, четыре консоли из перфорированного сварного двутавра).

Отдельный блок изобретений представляют собой арки и рамы криволинейного (серповидного) очертания: № 5 – состоит из 2 полуарок со стержнями решетки одинаковой длины; № 6 – трансформируемое криволинейное покрытие за счет затяжек (натяжения вант); № 7 – арка из двух ветвей трубчатого сечения с жестким элементом треугольной решетки и гибким преднатяженным поясом; № 8 – ферма, нижний пояс которой состоит из расходящихся затяжек.

Обобщение конструктивных решений рамных каркасов

1. Бывший СССР. Спец. КБ всесоюзного НИИ по монтажным и спец. работам (а.с. SU №1270260 А1), 1986.

Цель изобретения – упрощение монтажа, демонтажа и эксплуатации (рис. 1).

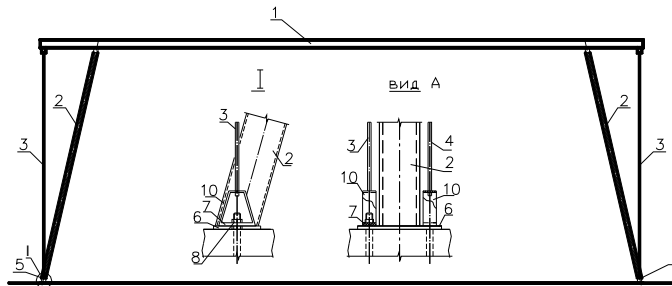


Рис. 1. Рамная конструкция

Рамная конструкция (рис.1) состоит из ригеля 1, связанных с ним шарнирно наклонных стоек 2, вертикально расположенных тяг 3 и 4, расположенных симметрично оси наклонной стойки и опорных шарниров 5.

Тяги 3 и 4 одним концом присоединены к концам ригеля, а другим – к опорным шарнирам 5.

Опорные шарниры 5 состоят из горизонтально расположенных пят 6 и 7 и анкерного болта 8 с гайками 9, частично замоноличенного в фундаменте и пропущенного в соосные отверстия, выполненные в этих пятах. Одна пята 6 – нижняя – жестко присоединена к наклонной стойке 2, а другая пята 7 расположена над пятой 6 и является частью серьги 10, присоединенной к ттягам 3 и 4.

Доступное наружное расположение узлов тяг к стойкам и совместное их крепление обеспечивают простоту монтажа, демонтажа и эксплуатации.

2. Бывший СССР. Киевский инженерно-строительный институт (а.с. SU № 1454927 А1), 1989.

Цель изобретения – снижение материалоемкости за счет уменьшения расчетной длины элементов ригеля (рис. 2).

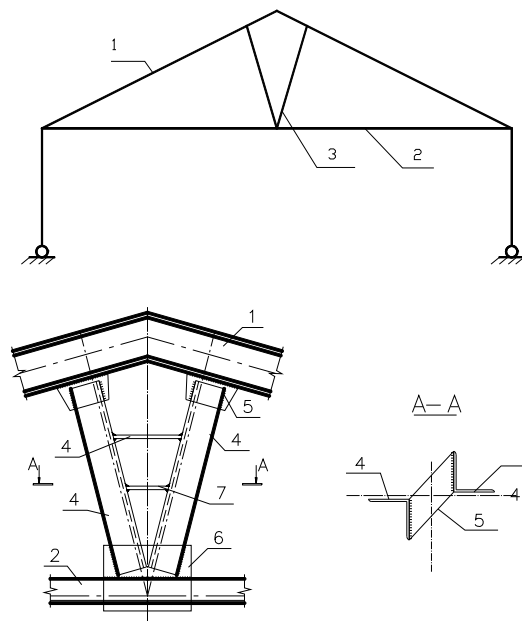


Рис. 2. Строительная конструкция

Строительная конструкция (рис. 2) содержит жесткий ригель 1 ломаного очертания, затяжку 2, закрепленную по концам ригеля, и кронштейн 3, прикрепленный жестко к ригелю 1 в месте его перегиба и к затяжке 2 в промежуточной ее точке.

Кронштейн может быть выполнен из двух V-образно расположенных элементов уголкового профиля, соединенных посредством фасонок 5 с

ригелем 1 и затяжкой 2 с примыканием полков с разных сторон к фасонке 6 затяжки, а между собой не менее чем одной пластиной, расположенной перпендикулярно вертикальной оси кронштейна 3 и закрепленной с другими полками элементов 4 уголкового профиля.

Строительная конструкция позволяет повысить несущую способность и общую устойчивость.

3. Россия. Прилуцкий О.Г. (патент RU № 35354 U1), 2004.

Задачей настоящей полезной модели является создание балочной структуры, характеризующейся сниженной металлоемкостью без ухудшения ее прочности и устойчивости.

Предлагаемая балочная структура (рис. 3) имеет каркас, содержащий металлические колонны 1 с подкосами 2 и металлические неразрезные балки 3, опирающиеся на колонны 1. Балки 3 пересекаются друг с другом под прямым углом. Все соединения балок 3 с колоннами 1 (т.е. с вершинами колонн 1 и с подкосами 2, являющимися элементами колонн 1), а также все соединения балок 3 друг с другом в местах их пересечения выполнены жесткими, например, с помощью сварки. Колонны 1 имеют подкосы 2 для каждой из опирающихся на нее балок 3 и шарнирно установлены в фундаментных опорах 4. Колонны 1, подкосы 2 и балки 3 выполнены преимущественно из металлического сортового прокатного профиля, а опоры 4 могут быть выполнены в виде облегченных баз колонн.

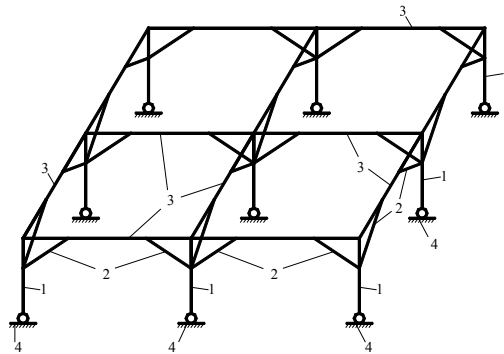


Рис. 3. Балочная структура

Конкретная конфигурация предложенной балочной структуры (число пролетов и места соединения подкосов 2 с колоннами 1 и балками 3), а также размеры поперечных сечений колонн 1, подкосов 2 и балок 3 выбраны по методу пространственного расчета с использованием компьютерной программы «Ли́ра».

В результате для достижения равной прочности и устойчивости конструкции имеется возможность изготовить предложенное устройство менее металлоемким. В частности, в предложенном устройстве по сравнению с известным отпадает необходимость в укреплении некоторых элементов конструкции диагональными связями.

4. Россия. Красноярская государственная архитектурно-строительная академия (патент RU № 46512), 2005.

Задачей полезной модели является повышение эффективности работы металлической рамной конструкции, улучшение рационального использования внутреннего рабочего объема помещения здания и создание дополнительных крытых площадей. (рис. 4).

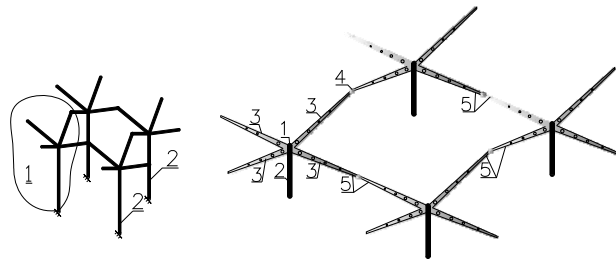


Рис. 4. Металлическая рамная конструкция

Металлическая рамная конструкция (рис. 4) выполнена из двух и более соединенных между собой модулей 1, установленных на фундаменте. Каждый модуль содержит стойку 2 круглого или прямоугольного ставного сечения, в верхней части стойки 2 установлены и закреплены сваркой четыре взаимно перпендикулярные консоли 3, выполненные из перфорированного сварного двутавра. Консоли 3 соседних модулей с длиной, соответствующе половине пролета рамы, соединенные между собой шарниром 4, образуют ригель 5. Расположение модулей 1 может быть в одной плоскости или пространственным.

В зависимости от схемы расположения стоек модулей могут создаваться: плоские 2, разветвлено-незамкнутые пространственные 3 и замкнутые 4, например, прямоугольные в плане пространственные рамные каркасы.

Пространственный рамный каркас обладает пространственной жесткостью за счет рамной схемы работы в продольном и поперечном направлениях с минимальными изгибающими моментами в стойках за счет работы консолей, которые взаимно уравнивают модуль и, как следствие, каркас в обоих направлениях.

Особенностью металлической рамной конструкции является то, что в ней реализуется пространственная схема работы каркаса с использованием в обоих направлениях консолей с выносами, соответствующими половинам пролетов рамы и разгружающими в связи с этим стойки, что влияет на уменьшение моментов в них и позволяет сохранить размеры фундамента как под центрально-сжатой стойкой, а также более полно использовать внутреннее пространство и создавать дополнительные крытые пространства.

5.Россия. Казанский инженерно-строительный институт (патент RU № 2036268 C1), 1995.

Серповидные полуарки состоят из криволинейных поясов 1, 5 – образного сечения (рис. 5) и решетки из стержней 2, например, уголкового профиля. В каждой полуарке пояса 1 из 5 – образного сечения профилей ориентированы стенками параллельно и зеркально относительно горизонтальной оси 3 сечения арки, а стержни решетки 2 прикреплены внахлест к средней полке 5 – образных профилей, при этом каждые треугольные 4 ячейки решетки являются равнобедренными.

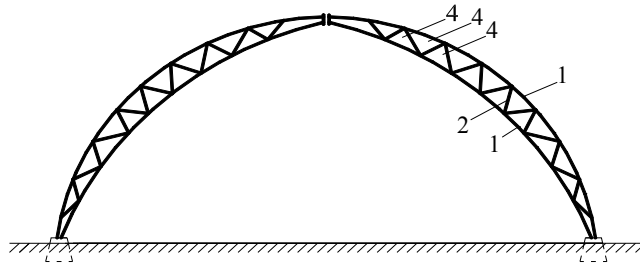


Рис. 5. Трехшарнирная арка

Благодаря такому конструктивному решению все стержни решетки получают одинаковой длины, а изготовление полуарок в шаблоне становится возможным без ее переворачивания, т.е. все сварочные работы ведутся лишь с одной стороны.

Изобретение наиболее эффективно может быть использовано в арочных зданиях малых пролетов.

6. Бывший СССР. Ленинградский инженерно-строительный институт (а.с. SU № 1747618 A1), 1992.

Цель изобретения – расширение функциональных возможностей при сохранении несущей способности, упрощение монтажа и демонтажа и увеличение компактности покрытия.

Складное покрытие (рис. 6) представляет собой каркас 1, включающий арки, состоящие из жестких элементов 2, связанных с гибкими несущими поясами 3 и 4 и гибкими ограждающими оболочками 5 и 6, продольные ребра 7 и затяжки 8. Жесткие элементы 2 выполнены из металлических стержней коробчатого сечения с жестко прикрепленными по торцам (на сварке и т.д.) кольцевыми патрубками 9. Жесткие элементы 2 размещаются дискретно по периметру арки с шагом, равным длине отдельно взятого элемента без патрубков.

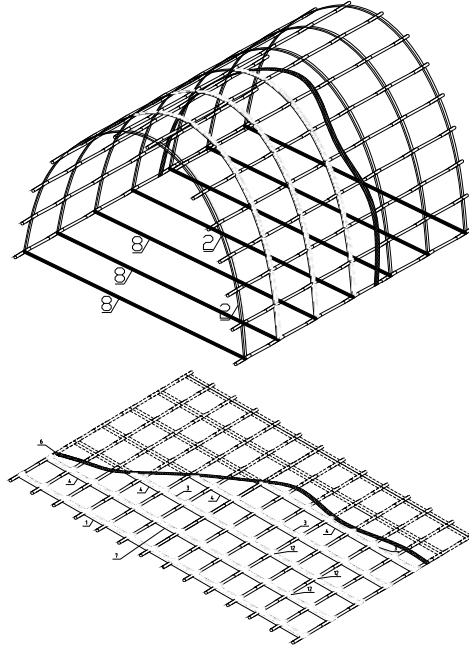


Рис. 6. Складное покрытие

Продольные ребра 7 круглого сечения, установленные вплотную в полости кольцевых патрубков 9, образуют относительно их продольной оси шарнирные соединения жестких элементов 2. Кольцевые патрубки 9 и продольные ребра 7 могут быть изготовлены, например, из металлических стержней трубчатого профиля. Продольные ребра 7 выполняются из отдельных элементов 10 с шарнирными соединениями 11, которые позволяют им складываться в процессе упаковки покрытия.

Трансформация покрытия из плоскости в рабочее положение осуществляется за счет натяжения вант (затяжек 8), которые в дальнейшем процессе эксплуатации покрытия выполняют роль несущих элементов. При формообразовании замкнутых оболочек затяжки используются только в процессе трансформации покрытия.

За счет дискретного расположения жестких элементов 2 в арках удается эффективно перераспределить усилия в конструкции покрытия. Жесткие элементы 2 воспринимают всем поперечным сечением преимущественно сжимающие, а гибкие несущие пояса 3 и 4 – только растягивающие усилия. Такая работа элементов конструкции позволяет расширить функциональные возможности покрытия при сохранении его несущей способности.

7. Бывший СССР. Казанский инженерно-строительный институт (а.с. № 896197), 1982.

Цель изобретения – уменьшение расхода металла на изготовление арки и повышение устойчивости.

Арка (рис. 7) включает жесткий пояс 1 пролетом l_1 и стрелой подъема f_1 выполненный из двух ветвей трубчатого сечения, соединенных между собой распорками 2. К ветвям жесткого пояса 1 одним концом прикреплены жесткие элементы треугольной решетки 3, а ко вторым концам, объединенным в узел при помощи фланцев 4, прикреплен гибкий предварительно напряженный пояс 5 пролетом l_2 и стрелой f_2 подъема, проходящий в приопорных частях арки с внешней стороны, а в пролетной с вогнутой стороны жесткого пояса.

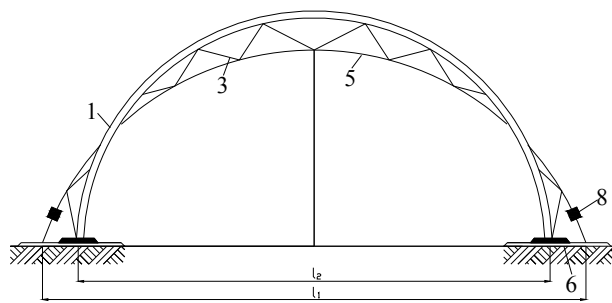


Рис. 7. Конструкция арки

Жесткий пояс 1 арки, состоящий из двух ветвей, скрепленных распорками, с элементами треугольной решетки устанавливается и закрепляется на фундаменте 6. Между фланцами 4 при слабом натяжении болтов 7 пропускается гибкий пояс 5 и закрепляется на фундаменте 6. Точка пересечения гибкого пояса 5 с жестким поясом 1 зависит от характера загрузки арки и расположена примерно в пределах $1/3 - 1/5$ пролета. При помощи устройства 8 натяжения, выполненного, например, в виде винтового домкрата, создается предварительное напряжение гибкого пояса, после

чего осуществляется окончательное закрепление гибкого предварительно-го пояса в узлах решетки при помощи болтов 7.

Собранная таким образом арка представляет собой двухпоясную конструкцию с гибким предварительно напряженным поясом в растянутой зоне.

Предлагаемое изобретение позволяет уменьшить расход металла на 10 – 15 % в сравнении с известными. Применение арки особо целесообразно в облегченных тентовых покрытиях больших пролетов.

8. Бывший СССР. Алма-Атинский инженерно-строительный институт (а.с. SU № 1560702 А1), 1990.

Цель изобретения – повышение жесткости и увеличение подферменного пространства.

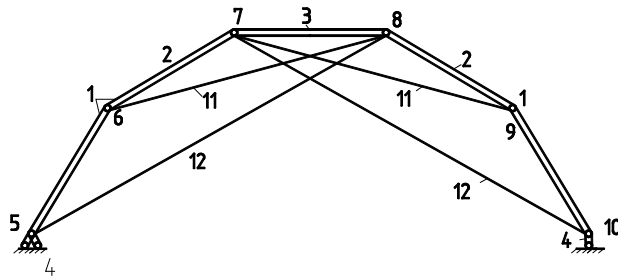


Рис. 8. Конструкция фермы

Ферма (рис. 8) включает верхний пояс, состоящий из отдельных стержней 1-3, соединенных между собой и с опорами 4 при помощи шарниров 5-10, и нижний пояс, состоящий из двух расходящихся затяжек 11 и 12, закрепленных в шарнирах 7 и 8, и центрального стержня 3. В опорах 4 сходятся два элемента: опорный стержень 1 верхнего пояса и затяжка нижнего пояса 12.

При нагружении фермы узловыми нагрузками стержни 1-3 верхнего пояса работают на сжатие, а затяжки 12 и 13 – на растяжение, при этом более нагруженными является центральный стержень 2.

Выводы

1. В настоящее время конструкции металлических однопролетных, многопролетных и пространственных рам для каркасов одноэтажных зданий продолжают совершенствоваться.
2. Конструкция затяжек для восприятия распора для однопролетных каркасов зданий применена в 2 конструкциях (рамы № 1 и 2).

3. Получили развитие многопролетные и пространственные рамные конструкции: № 3 – балочной структуры с колоннами, подкосами и балками; № 4 – рамная конструкция из модулей (стойки, консоли).

4. Разработаны арки и рамы криволинейного очертания: № 5 – 8, каждая из которых имеет свои конструктивные отличия.

Литература

- [1] Офіційний патентний бюлетень України «Промислова власність». – 1993-2007 рр.
- [2] Официальный патентный бюллетень России (СССР) «Изобретения. Полезные модели» 1993, 1994, 1996; 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007 гг.
- [3] Официальный патентный бюллетень Евро-азиатского патентного ведомства 1998 – 2006 гг.
- [4] Реферативная база данных российских изобретений (RUABRU) Роспатент 1994 – 2007 гг.
- [5] Спеціальна база даних «Винаходи в Україні» 1993 – 2007 рр.
- [6] Патентная база данных «WORDWIDE» системы Esp@cenet.
- [7] Патентная база данных EAPATIS Евро-азиатского патентного ведомства 1998 – 2006 гг.

Надійшла до редколегії 25.06.2009 р.