

РАМНАЯ КОНСТРУКЦИЯ С НЕСУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СОСТАВНОГО БИКРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ ИЗ ТОНКОЛИСТОВОЙ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ

FRAME CONSTRUCTION WITH COMPOSITE GALVANIZED STEEL TWO-BOX-SECTION BEARING ELEMENTS

Асп., Тарасов А.В. (Инженерно-строительный институт СФУ, г. Красноярск, Россия)

Представлены результаты экспериментальных и численных исследований рамы каркаса здания пролётом 12 м с элементами составного бикоробчатого сечения из холодногнутых оцинкованных профилей.

Ключевые слова: бикоробчатое сечение, узловое соединение тонкостенных профилей, многорядные болтовые фрикционные соединения, тонкостенные оцинкованные профили, нахлесточные болтовые соединения.

The offered constructive decision makes possible to increase bearing ability of node point of a girder and a column, made of cold formed thin zined steel and as to raise level of factory readiness of frames.

Keywords: two-box-section, node point of the thin-walled zined profiles, multiple-strand frictional bolt assembly, the thin-walled zined profiles, lap-bolted joint.

В начале XXI века прогрессивно развивается направление строительства с применением лёгких стальных тонкостенных оцинкованных профилей (ЛСТК). Область применения ЛСТК: несущие и ограждающие конструкции объектов промышленного и гражданского назначения.

Наиболее используемая конструктивная схема зданий из ЛСТК – каркасная. Известны элементы ригелей (балки или элементы фермы) [1], [2] и др., которые решены в виде составных двутавров из двух С-образных и Σ -образных профилей (Рисунок 1, а, б). Известно также составное коробчатое сечение (Рисунок 1, в).

В данной работе для образования несущих элементов рамы каркаса здания предлагается использовать Σ -профили толщиной 1,5 мм. Расчеты показали, что такой тип профилей обладает большей устойчивостью стенок по сравнению с распространёнными С-образными профилями. Наличие продольных гофров позволяет увеличивать высоту стенки, обеспечивая местную устойчивость. Повышение несущей способности элемента, в свою очередь, создаёт предпосылки для увеличе-

ния шага рам.

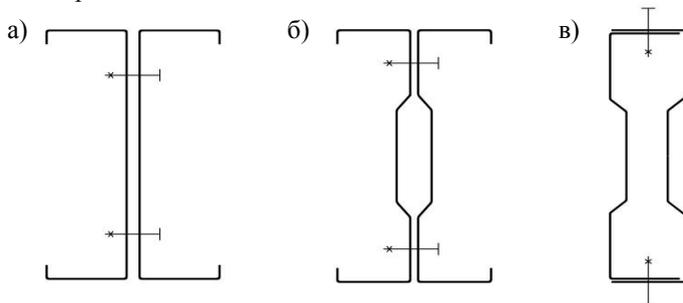


Рисунок 1 – Варианты составного поперечного сечения несущих элементов двускатной рамы каркаса здания. а – составной двутавр из двух С-образных профилей; б - составной двутавр из двух Σ -образных профилей; в – коробчатое сечение из из двух Σ -образных профилей.

Критическим фактором для сжатых или сжато-изгибаемых Σ - и С-образных профилей (Рисунок 1, а, б) является местная потеря устойчивости полок. Полки двутавра, имеющие закрепление только по одной грани (стенке балки) в большей степени подвержены местной потере устойчивости в процессе эксплуатации, а так же деформациям при транспортировке и монтаже, по сравнению с коробчатым сечением, образованным из тех же профилей (Рисунок 1, в).

В экспериментально-теоретических исследованиях предпочтение отдано раме каркаса здания с несущими элементами, имеющими замкнутое бикоробчатое сечение (Рисунок 2, в).

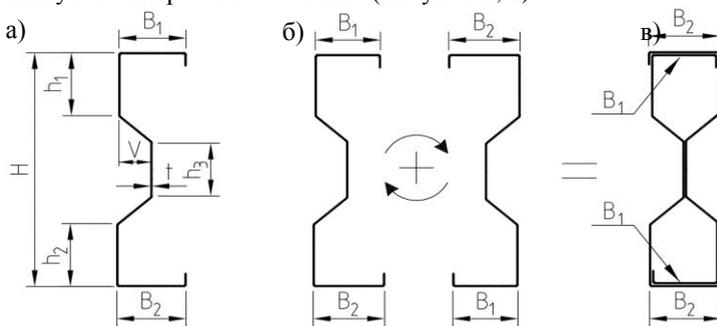


Рисунок 2 – Формообразование бикоробчатого сечения несущих элементов рамы. а – форма Σ -профилей; б – профили, перевернутые (указано стрелками) для образования бикоробчатого сечения; в – бикоробчатое сечение несущих элементов рамы.

Формообразование несущих элементов производится следующим образом. Профили (Рисунок 2, а) содержат две полки разной ширины (B_1 , B_2) с перпендикулярными отгибами, направленными навстречу друг к другу, при этом:

$$B_1 = B_2 - 2t \quad (1)$$

где B_1 – ширина меньшей полки; B_2 – ширина большей полки; t – толщина металла профиля.

Для образования бикоробчатого сечения, профили повернуты друг к другу внутренними поверхностями (Рисунок 2, б) таким образом, что бы большие полки профилей B_2 охватывали снаружи сопрягаемые с ними меньшие полки B_1 (Рисунок 2, в).

Уступы в средней части стенки профилей (гофры) выполнены такой глубины V (Рисунок 2, а), что в составном сечении совмещены и могут быть скреплены при помощи метизов.

$$V = \frac{B_1 - t}{2} \quad (2)$$

где V – глубина гофра.

В данной работе для изготовления несущих элементов экспериментальной конструкции приняты следующие параметры сечения Σ -профилей: $B_1 = 98$ мм; $B_2 = 101$ мм; $h_1 = h_2 = 95$ мм; $h_3 = 85$ мм; $H = 375$ мм; $t = 1,5$ мм. Равенство участков h_1 и h_2 не является обязательным условием, однако это позволяет использовать один типоразмер профилей для образования бикоробчатого сечения (Рисунок 2, б, в).

В элементах бикоробчатого сечения отсутствуют свободные свесы полок. В продольном направлении профилей полки имеют отгибы, через которые закрепляются к стенке противоположного профиля при помощи метизов. Таким образом, по отношению к тавровым сечениям преимущество выбранного сечения является большая несущая способность по условию потери устойчивости полок, а также большая устойчивость к изгибно-крутильным деформациям. В сравнении с коробчатым сечением, представленном на рисунке 1 в, преимущество заключается в объединении стенок профилей, что повышает их устойчивость. Кроме того, форма профилей позволяет использовать один типоразмер профилей и не требует обязательного их скрепления в составе коробчатого сечения.

Экспериментальные исследования были выполнены для двускатной поперечной рамы каркаса здания пролётом 12 м, высотой 4,5 м.

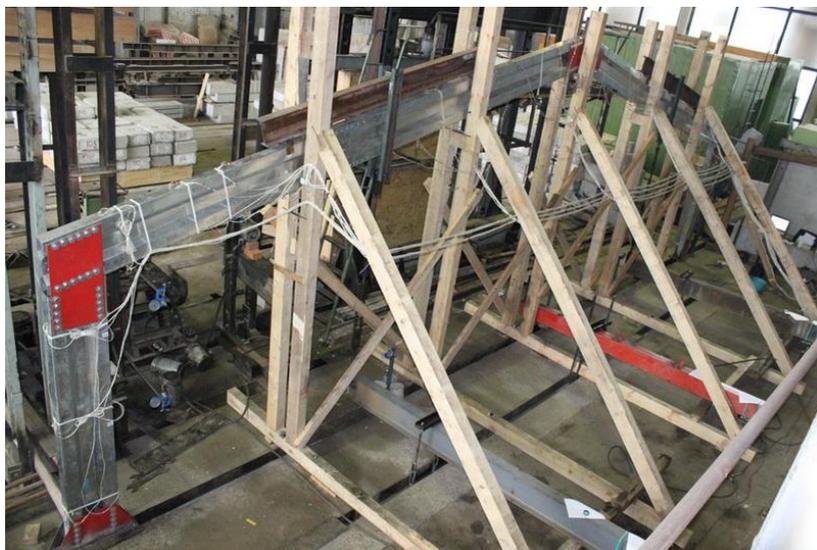


Рисунок 3. Экспериментальная рама пролётом 12 м.

На сегодняшний день рамные конструкции из ЛСТК зачастую выполняют с затяжками. Одной из целей являлось создание рамы без использования затяжки, которая значительно уменьшает полезный объем здания и требует создания сложных карнизных узлов.

Для этого было принято решение узлы рамы выполнить упругоподатливыми, что позволило бы уменьшить изгибающий момент пролётной части ригелей. Для обеспечения необходимых характеристик узлов сопряжений были выполнены экспериментально-теоретические исследования болтовых соединений. В ходе исследований были учтены особенности работы многоболтовых фрикционных соединений тонкостенных элементов и определены оптимальные параметры для применения в узлах рамной конструкции.

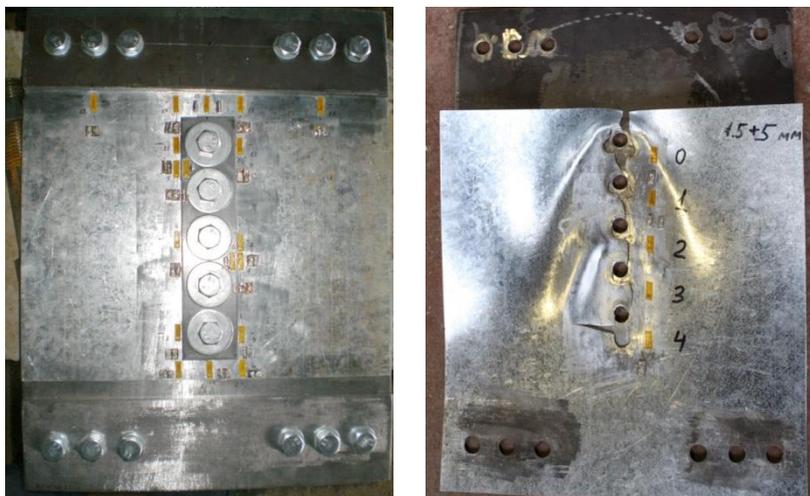


Рисунок 4. Экспериментальные исследования болтовых соединений.

Изготовление профилей в промышленных масштабах на сегодняшний день выполняется двумя способами:

- последовательный холодный гиб листа в продольном направлении образуемого профиля (Рисунок 5, а);
- холодный прокат оцинкованного листа с рулона через валики (Рисунок 5, б);

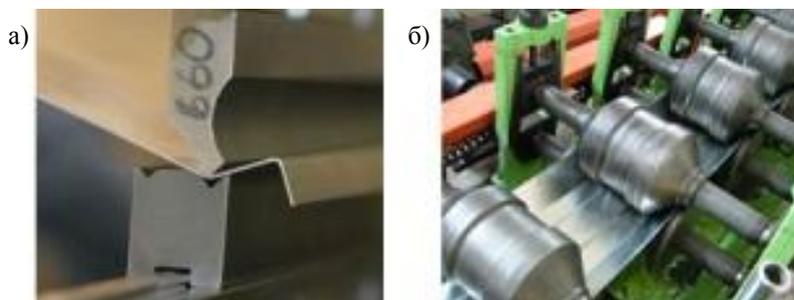


Рисунок 5. Технологии изготовления тонкостенного профиля;
а – холодный прокат, б – последовательный гиб.

Технология изготовления путём последовательногогиба не требует предварительных трудоёмких настроек производственной линии, не зависит от наличия прокатных шаблонов и изготовление

профилей осуществляется с высокой точностью. При этом номенклатура холодногнутох элементов шире, чем холоднокатаных.

Некоторая сложность заключается в том, что длина холодногнутох элементов ограничена и составляет, в среднем, 3 м. А существующее оборудование не позволяет изготовить холоднокатанные профили с необходимой точностью, которая требуется для образования составного бикоробчатого сечения.

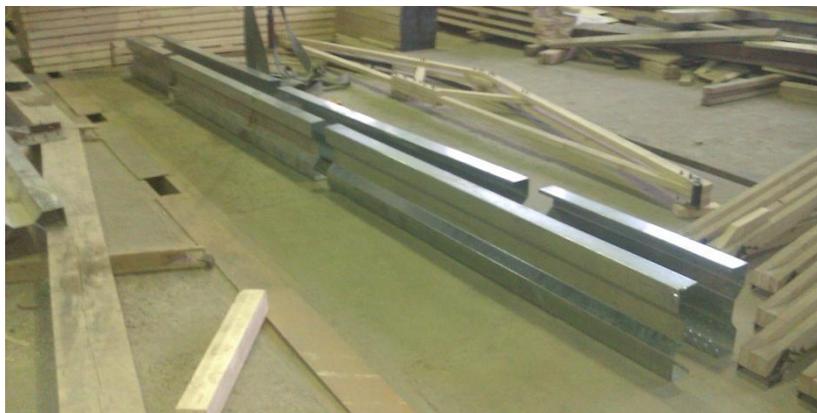


Рисунок 5. Ригель пролётом 6 м в разобранном виде

Поэтому формообразование длинноразмерного элемента производится путём нахлесточного соединения холодногнутох профилей с предварительным их взаимным смещением (Рисунок 5). В таком варианте в ригеле отсутствуют сквозные стыки, в каждом соединении по длине один из профилей цельный. В области соединения стыкуемые элементы закреплены вытяжными заклёпками к полкам и стенке цельного профиля.

По результатам испытаний было установлено, что несущая способность рамы каркаса здания пролётом 12 м составила 7560 кг, что соответствует 210 кг/м² для здания с шагом поперечных рам 3 м.

В численных исследованиях выявлено, что при использовании цельных по длине ригелей несущая способность увеличивается до 11800 кг, что соответствует 316 кг/м² для здания пролётом 12 м и шагом поперечных рам каркаса 3 м. Увеличение пролёта конструкции возможно за счет варьирования конфигурации сечения (изменение толщины используемого металла, ширины и высоты профиля в целом или его отдельных участков), а так же использования цельных по длине ригелей. Последнее требует совершенствования существующих

производственных линий.

Таким образом, предложенные решения позволяют эффективно применять технологию ЛСТК для строительства промышленных и гражданских объектов, расположенных в I, II и III снеговых районах. При этом, для строительства в труднодоступных районах может применяться технология наращивания элементов по длине. В этом случае длина отправочных элементов не превышает 3 м. Такая технология не приводит к значительному увеличению трудо- и материалозатрат, значительно облегчая транспортировку конструкций на место монтажа.

1. Семко, В. А.. Анализ конструктивных мер для повышения надежности покрытий из легких стальных тонкостенных профилей [Текст]/ В. А. Семко, Д.А. Прохоренко // СтройМеталл. – 2011. - №5. – С. 18-23.

2. Серия 1.420.3-39.08 Каркасы стальные «УНИТЭК-Р1» одноэтажных производственных зданий с применением рам из гнутых (в том числе оцинкованных) профилей, 2008.

3. Пат. 33046 Российская Федерация, МПК В21D5/06, Е04С3/07, Е04С3/32, Е04D12/00. Строительный элемент (2 варианта) и строительная конструкция на его основе (2 варианта) [Текст] /Ахобадзе Д.Г.; заявитель и патентообладатель Ахобадзе Давид Георгиевич. – №2003119709/20; заявл. 30.06.03 ; опубл. 10.10.03.