

УДК.624.04.

## **ПОВЫШЕНИЕ МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ УЗЛОВ СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ ИЗ ГНУТОСВАРНЫХ ПРОФИЛЕЙ**

***Зернов Владимир Викторович,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».*

***Зайцев Михаил Борисович,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».*

***Тюгаев Мухаммед Рафикович,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*студент*

### **Аннотация**

В статье представлены конструкции узлов на врезных фасонках для стропильных ферм из гнутосварных профилей. Такие узлы позволяют избежать появление в них изгибающих моментов, повысить местную устойчивость стенок и полок, снизить концентрацию напряжений и увеличить жесткость узлов в целом.

**Ключевые слова:** стропильная ферма, гнутосварные профили, фасонка, местная устойчивость, жесткость, концентрация напряжений.

## **IMPROVING THE LOCAL STABILITY OF THE TRUSS TRUSS NODES MADE OF BENT-WELDED PROFILES**

***Zernov Vladimir Victorovich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.*

**Zaytsev Mihail Borisovich,**

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.*

**Tyugaev Muhammed Rafikovich,**

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*student*

## **Abstract**

The article presents the designs of nodes on mortise shapes for trusses made of bent-welded profiles. Such nodes allow you to avoid the appearance of bending moments in them, increase the local stability of walls and shelves, reduce stress concentration and increase the rigidity of the nodes as a whole.

**Keywords:** truss, bent-welded profiles, shape, local stability, rigidity, stress concentration.

Фермы из гнутосварных труб проектируют сварными, сопряжение стержней в узлах может быть без фасонки или с фасонками. Обычно применяются электросварные трубы, реже цельнотянутые. Особенно эффективны конструкции из элементов повышенной и высокой прочности [1].

Фермы данного вида имеют ряд преимуществ:

— в трубах относительно большие радиусы инерции, они хорошо работают на кручение и сжатие, более эффективно используется металл, снижается материалоемкость;

— трубы более стойки к коррозии, их применение очень эффективно при эксплуатации в агрессивной среде, так как внутренняя полость стержней замкнута;

— трубы более доступны для осмотра и окраски;

— бесфасоночное соединение узлов фермы дает экономию металла.

Такое сопряжение следует предусматривать при наличии газорезательной машины.

При изготовлении ферм возникают сложности с соединением стержней в узлах. Стержни решётки выполняются путем фигурной резки и разделки кромок труб на специальной газорезательной машине. Центрирование труб производится по геометрическим осям, расцентровка ограничена не более четверти диаметра поясной трубы. Сварной шов, соединяющий трубы решётки с поясом, нагружен неравномерно. Конструктивная форма сварного шва вокруг трубы может меняться от стыкового – при тупом угле, до углового – при остром угле.

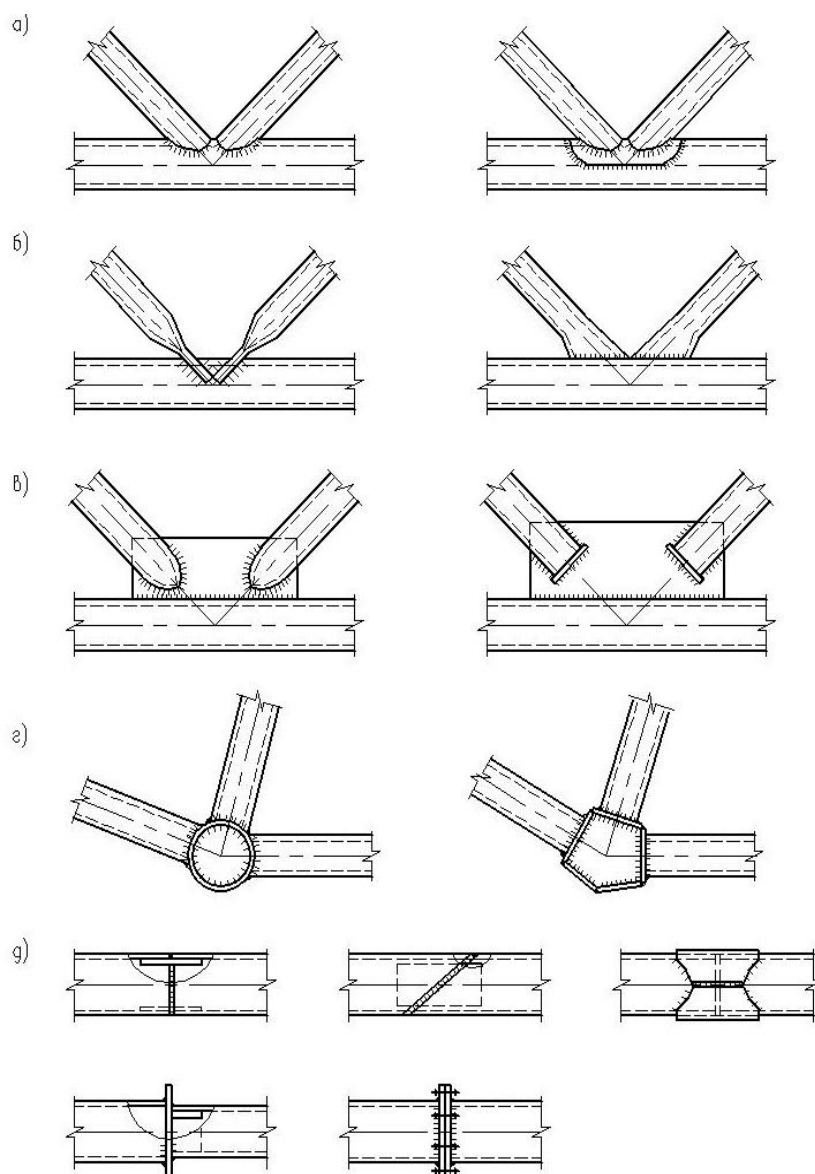


Рисунок 1 - Эскизы узлов ферм из труб

а – с непосредственным примыканием; б – со сплющиванием концов стержней; в – на фасонках; г – со вставками; д – стыковые соединения труб

Помимо вышеуказанных узлов применяются конструкции раскосов со сплюснутыми концами. Данное соединение упрощает резку труб, уменьшается компенсационная способность, но требуется дополнительная работа по их сплющиванию, для чего необходим обязательный разогрев. Сплющивание концов допускается для труб из малоуглеродистой или другой пластичной стали.

При передаче на верхние пояса ферм сосредоточенных нагрузок требуется конструировать детали (столики из труб) для приложения этих нагрузок симметрично относительно осевой плоскости фермы (Рисунок 1).

Для одного промышленного предприятия Пензенской области потребовалось запроектировать стальную стропильную ферму треугольного очертания пролётом 18 м для устройства покрытия в здании длиной 64 м и шириной 18 м. Элементы фермы – профильная труба.

Расчёт фермы выполнялся с использованием программного комплекса Лира в соответствии требованиям норм проектирования [2,3]. На рисунке 2 представлена расчётная схема фермы.

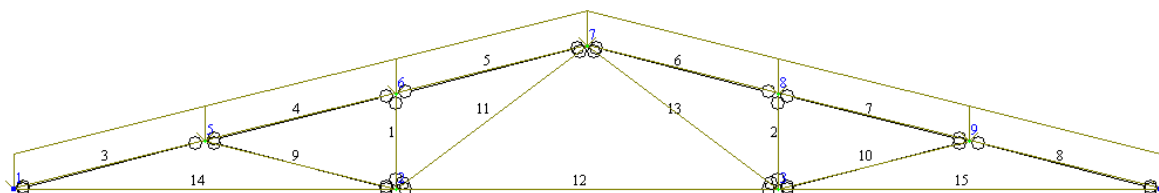


Рисунок 2 - Расчётная схема фермы

По результатам расчёта принято три типоразмера поперечных сечений элементов фермы из профильной трубы: верхний пояс – профиль 180x140x5, сталь С245; нижний пояс – профиль 120x120x5, сталь С245; раскосы – профиль 80x80x5, сталь С245.

Типовые фермы из замкнутых гнутосварных профилей проектируются в основном с узлами без фасонки. Часто в таких узлах не удается или технологически неудобно выполнять центрирование осей всех стержней в

одной точке узла. В этом случае в элементах фермы возникают изгибающие моменты в разных плоскостях, которые могут привести к увеличению напряжений и местной потере устойчивости стенок гнутосварных профилей.

В вопросе расчета и конструирования узлов особое внимание необходимо уделять учету узловых моментов. В большинстве расчетных формул присутствует изгибающий момент, который зависит от сечения решетки фермы [4]. При увеличении сечения решетки фермы растет влияние изгибающего момента. В некоторых случаях это может стать решающим фактором в аварийности объекта. Таким образом, зачастую определяющим критерием при проектировании ферм из ГСП является как раз несущая способность узлов.

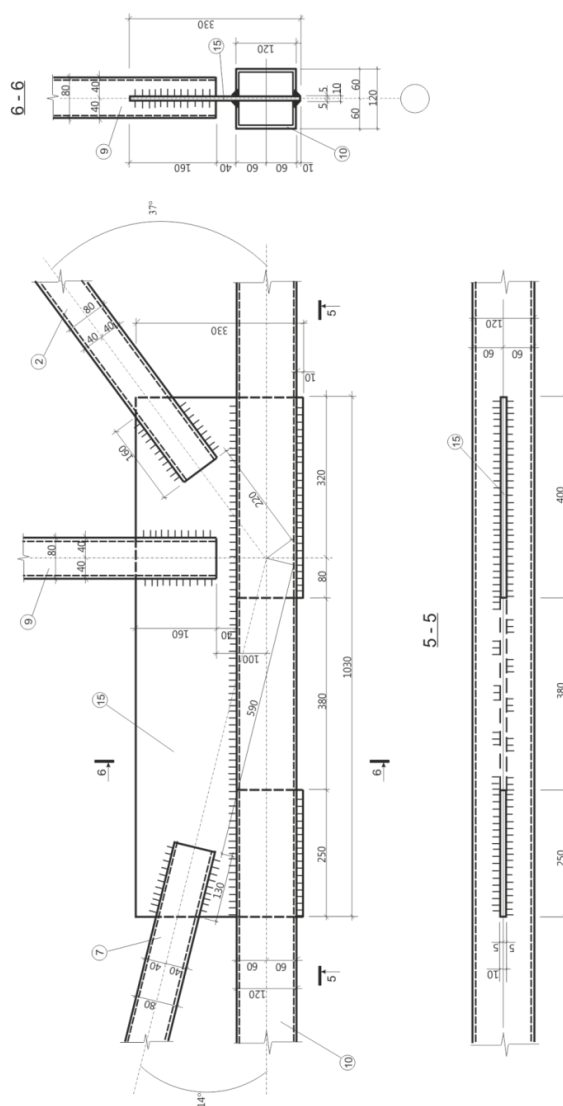


Рисунок 3 – Пример исполнения промежуточного узла фермы

Учитывая опыт проектирования [5-8] и вышеизложенное, при проектировании фермы авторы разработали и реализовали узлы на фасонках, врезаемых по средней линии профильных труб (Рисунок 3). Предложенная конструкция позволила практически полностью устранить влияние изгибающих моментов, снизить концентрацию напряжений.

### **Библиографический список:**

1. Кузин Н.Я. Проектирование и расчёт стальных ферм покрытий промышленных зданий: Учебное пособие. Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2013. С. 247.

2. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*, М., 2011 г.

3. СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*, М., 2011 г.

4. EN 1993-1-8 (2005) (English): Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]

5. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт использования запаса несущей способности стропильной фермы при реконструкции производственного цеха [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2018. №7. URL: [http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no7/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-isooruzheniya/7.20/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no7/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-isooruzheniya/7.20/at_download/file)

6. Зернов В.В., Зайцев М.Б., Анурьева Ю.В. Анализ устойчивости стержневых систем в упруго-пластической стадии работы [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №6. URL: [http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no6/stroitel'naya-mehanika/6.4/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no6/stroitel'naya-mehanika/6.4/at_download/file)

7. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Определение предельной нагрузки для сжатого искривленного стержня фермы с учетом развития пластических деформаций сечения и реальных условий закрепления в узлах [Электронный

ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №2. URL:  
[http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.17/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.17/at_download/file)

8. Раевский А.Н., Зайцев М.Б. Проверка несущей способности металлических ферм с учетом искривлений отдельных элементов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1999. № 12.