

УДК 796.814

## АНАЛИЗ МОНТАЖА ФЕРМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

**Качесова Елена Евгеньевна,**

студент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ),

Россия, г. Санкт-Петербург

elena.ka18.55@gmail.com

### Аннотация

В статье проведен анализ монтажа ферм при строительстве здания общеобразовательной школы. В результате проведенного исследования получена новая комбинированная конструкция металлической арки со стойками в рамках анализ монтажа ферм на примере строительства здания общеобразовательной школы. Особенность такой конструкции состоит в применении элементов в виде прямоугольных труб. Такая конструкция арки применяется по требованиям получения большего полезного пространства для сооружений разного назначения. Выявлен ряд преимуществ такого типа конструкций.

**Ключевые слова:** монтаж, ферма, строительство, анализ, конструкция, здание

## ANALYSIS OF THE INSTALLATION OF TRUSSES DURING THE CONSTRUCTION OF A BUILDING OF A COMPREHENSIVE SCHOOL

**Elena E. Kachesova,**

student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU),

Russia, St. Petersburg

elena.ka18.55@gmail.com

### ABSTRACT

The article analyzes the installation of trusses during the construction of a building of a comprehensive school. As a result of the study, a new combined design of a metal arch with racks was obtained as part of the analysis of the installation of trusses on the example of the construction of a building of a comprehensive school. A feature of this design is the use of elements in the form of rectangular pipes. This design of the arch is used according to the requirements of obtaining more usable space for structures for various purposes. A number of advantages of this type of structures are revealed.

**Keywords:** installation, farm, construction, analysis, construction, building.

В условиях постоянного развития и изменений строительной отрасли наблюдается появление большого разнообразия новых материалов и конструкций. Сегодня происходит распространение и последующая популяризация быстровозводимых объектов с применением легких и надежных стальных конструкций [2]. Практически в каждом городе можно увидеть каркасные постройки в виде торговых центров и кафе, выставочных залов и складских ангаров, остановочных павильонов, крытых автостоянок и заправочных станций с применением легких металлических конструкций. В целях экономии материалов и ресурсов массивные металлические конструкции, швеллеры и углы все чаще заменяют легкими профильными трубами. Новые технологии позволили расширить границы каркасного строительства и обеспечили скорость появления новых построек и сооружений различного назначения [1].

В европейских странах, Японии и США малоэтажные жилые дома уже давно строят с использованием конструкций из профильных труб, которые за счет оптимальных технико-экономических показателей активно распространяются на строительном рынке. Если сравнить такие конструктивные формы со зданиями, возведенными из традиционных материалов, то существенные преимущества будут именно у первых. Итак, актуальным вопросом на сегодняшний день является поиск новых ресурсоэкономных конструкций с применением профильных труб.

Главными задачами исследования является получение эффективных конструктивных форм на основе успешного европейского опыта с целью популяризации в Российской Федерации. Проведены исследования ресурсоэкономных конструкций освещенные в ряде статей авторов [2], в которых предложены конструктивные решения комбинированных металлических конструкций ферм и подтвержденная их эффективность, а также диапазон их возможного применения. Авторами были обнаружены возможные пролеты и уклоны конструкций, позволяющих на стадии вариантного проектирования выбирать оптимальные значения геометрических параметров разработанных конструктивных систем. Отмечено, что конструктивные решения эффективных ферм с арочной решеткой, имеют высокие характеристики несущей способности и использования полезного пространства, минимизирующих материало- и трудозатраты.

Ферма – это решетчатая конструкция, производимая, как и балка на поперечный изгиб.

По статическим признакам различают фермы:

- балкового типа: равно пролетные, многопролетные и консольные;
- арочного;
- рамного типа;
- вантовые [5].

В зависимости от назначения фермам придают разную конструктивную форму – от легких прутковых конструкций до тяжелых ферм больших пролетов, плоских и пространственных. Наиболее широко применяют в промышленных и жилых постройках разрезные балочные фермы, простейшие для изготовления и монтажа. Геометрическая схема фермы характеризуется очертанием поясов и видом решетки.

В общем, еще в 80-х годах появились фермы из замкнутых гнутосварных профилей, сопровождавшихся рядом основательных исследований [3]. Е.А. Мелёхин, П.С. Иванов, А.Б. Малыгин представили результаты исследования конструкции стропильной фермы из стальных квадратных труб устойчивой к агрессивному воздействию [6].

Одним из перспективных направлений, по нашему мнению, является получение конструкций балок, ферм и арок из профильных труб.

В общем, профильными называются трубы с некруглым сечением. Сечение таких труб может быть квадратным, прямоугольным, возможен даже вариант овального сечения. Во многих случаях профильные трубы изготавливают из стали (СтЗСП, 09Г2С), а также из нержавеющей стали. Если подробно рассмотреть технологический процесс изготовления, отметим, что сечение трубы первоначально круглое, а затем деформируется различными методами (горячим и холодным) с контролем надежности сварного шва.

Исследования позволяют выявить ряд преимуществ конструкций с применением профильных труб, а именно стойкость к деформациям даже при больших нагрузках; небольшая масса за счет внутренней полости; уменьшение трудоемкости сборки и монтажа; долговечность за счет защитного слоя и надежность при дополнительной прочности ребер жесткости; удобство в транспортировке и хранении без дополнительных креплений [4]. Итак, металлические конструкции из профильных труб позволяют уменьшить себестоимость за счет сокращения срока строительства; выполнять работы в любой период времени; уменьшить нагрузку на фундамент; выполнять сложные конструктивные элементы. Однако особое внимание требует расчет нагрузок для проектирования ферм, колонн, узлов с целью последующей безопасной эксплуатации строения.

Сфера применения профильных труб в строительных конструкциях достаточно широкая, а именно это каркасы, перекрытия, опоры, навесы и т.п. С такого материала строятся выставочные павильоны, торговые комплексы, спортивные здания, складские помещения, промышленные и общественные здания, мосты, эстакады, подъемники и другие.

Профильные трубы используют в жилом секторе, а именно при возведении мансард, разного рода надстройки, флигелей и даже малоэтажных домов. Если рассматривать назначение труб прямоугольного и квадратного сечения, заметим, что они применяются в кладущихся на конструкциях плоскую поверхность, например рамные распорные конструкции.

На рисунке 1 представлена схема расположения металлических конструкций покрытия в рамках проектирования строительства здания общеобразовательной школы на 1125 мест (адрес - Санкт-Петербург, пос. Парголово, торфяное, Ольгинская дорога, участок 8).

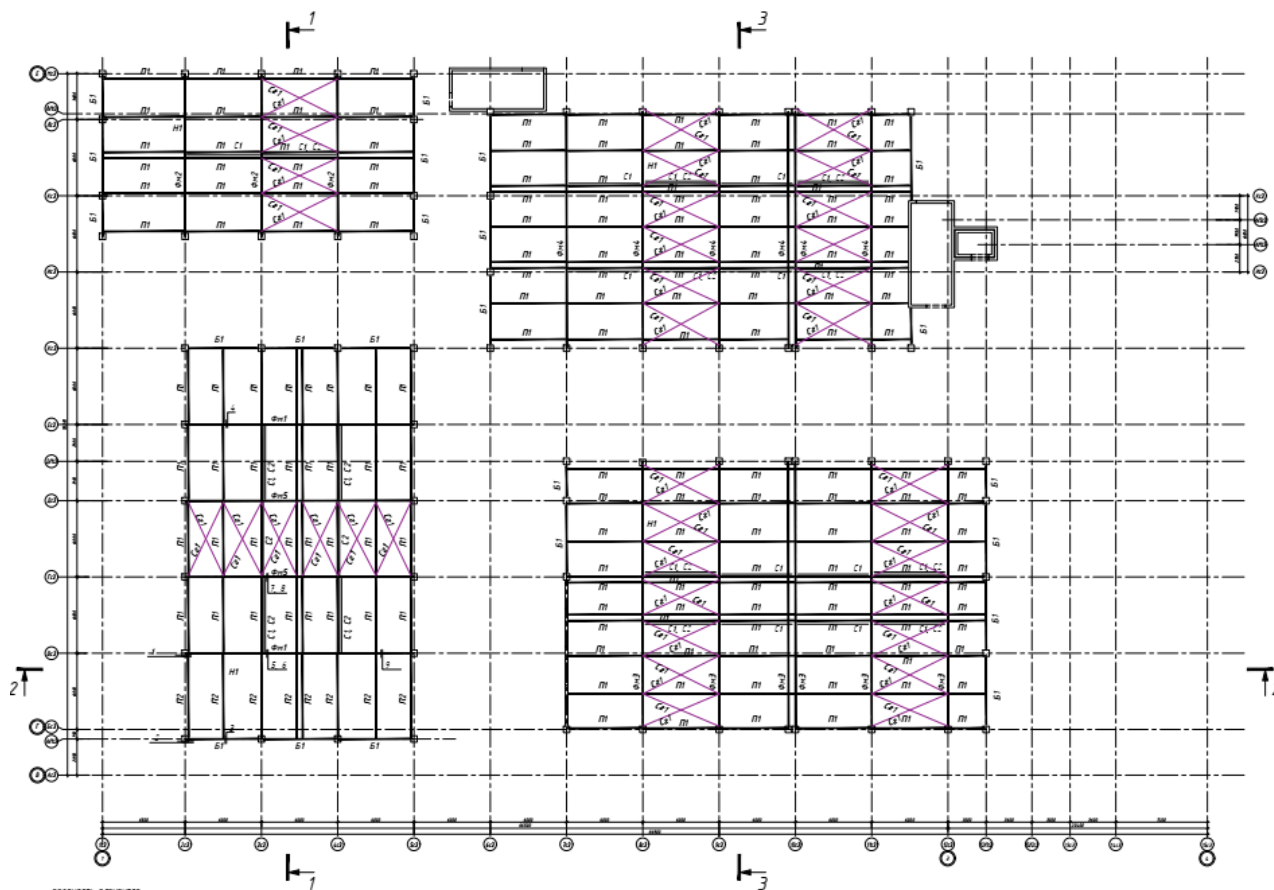


Рисунок 1 - Схема расположения металлических конструкций покрытия в рамках проектирования строительства здания общеобразовательной школы на 1125 мест

Рассматривая существующие формы ферм и арок, заметим, что конструкции с применением профильных труб имеют значительно меньшую массу, чем выполненные из уголков, швеллеров, или тавров.

Из профильных труб можно воспроизвести практически любые фермы и арки с разными формами косынок, видами раскосов и стоек, а также вариантами опор. Сборка выполняется путем сварки с использованием на стыковочных узлах дополнительных усиливающих элементов. Кроме этого, в конструкциях могут быть растяжки и распорки, а в качестве крепежа – болты и заклепки.

На основе проведенного исследования авторами предложена конструктивная форма (рис. 2) несущей конструкции. Такую конструкцию можно использовать как однопролетную арочную систему усиленную системой стоек с оптимальными эксплуатационными показателями, в частности оптимального соотношения высоты и пролета несущей конструкции.

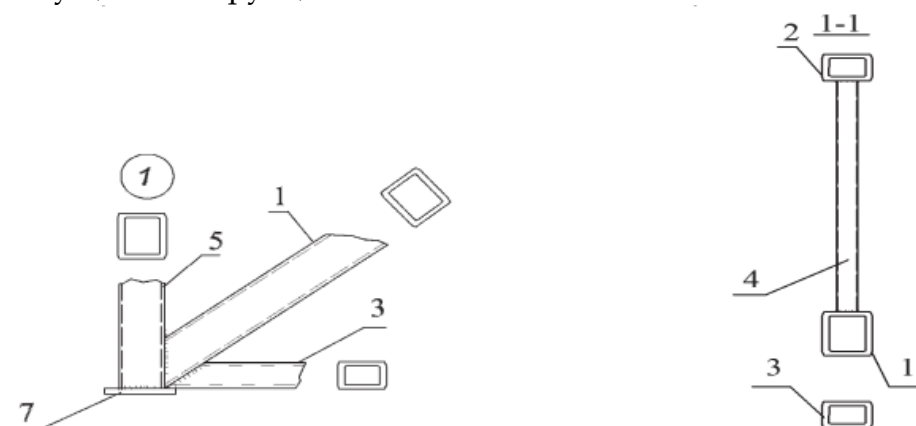


Рисунок 2 - Комбинированная конструкция металлической арки со стойками: - 1 – основной элемент арки – прямоугольная труба (120 ÷ 200 мм); 2 – верхний пояс из прямоугольной трубы (120 ÷ 200 мм); 3 – нижний пояс из прямоугольной трубы (80 ÷ 100 мм); 4, 5, 6 – стойки (80 ÷ 100 мм); 7 – опорная плита из листа (толщина  $t = 6 \div 10$  мм); 8 – опорное ребро из листа (толщина  $t = 10 \div 20$  мм)

Аналогом представленной конструкции металлической арки со стойками является двухшарнирная арка с затяжкой [6]. Но такая конструкция металлической арки является малоэффективной за счет консольных опор и технологии изготовления кровли.

Для представленной конструкции (рис.2) главной особенностью является использование элементов в виде прямоугольных труб. Такая арка применяется по требованиям получения большего полезного пространства по сравнению с фермой для общественного использования здания, а именно для торговых построек, офисных и административных сооружений. Также условием предложенной конструкции было консольная опора арочной системы.

Преимуществами предлагаемой конструкции является то, что она имеет наклонный склон, что позволяет уменьшить трудозатраты при изготовлении кровли; арочно система опирается как консоль с одной стороны; нижний пояс арки используется при изготовлении конструкции полов.

Технологической особенностью этой конструкции является использование уменьшенных коррозионностойких сечений оптимальной формы (прямоугольные трубы) для получения ресурсоэкономных конструкций с минимальной массой.

Конструкция сварная заводского изготовления закрепляется на монтаже с помощью болтов высокой прочности. Рекомендованное рациональное применение предложенных конструкций для пролетов – 12 – 36 м.

Для монтажа ферм при строительстве здания общеобразовательной школы используется Полунавесной монтаж пролетных строений – это такой способ монтажа, в следствии чего собираемая укрупненная часть пролетного строения собирается на временных промежуточных опорах (СВСиУ), после чего ведется навесная сборка, но с опиранием пролетного строения на отдельные временные опоры. В рамках монтажа ферм при строительстве здания общеобразовательной школы такой вид монтажа используют вследствие того, что конструкция пролетного строения не допускает навесной сборки или требует для этого значительных затрат на усиление.

Анализируя технико-экономические показатели представленных конструкций, обнаружено что себестоимость строения из профильных труб зависит главным образом от размера пересечения и толщины стенки труб. Наличие гнутых элементов, с одной стороны, украшает внешний вид конструкции, а с другой уменьшает ветровые и снежные нагрузки. Особое внимание при изготовлении таких арок из гнутых замкнутых профилей уделяется размеру. Также на гнутом изделии не допускается наличие изломов и волн, так как, вид арки подчеркнет геометрию конструкции в целом. Изогнутые металлические профили, относящиеся к одному конструктивному элементу здания, должны быть совершенно одинаковыми.

В результате проведенного исследования получена новая комбинированная конструкция металлической арки со стойками в рамках анализ монтажа ферм на примере строительства здания общеобразовательной школы. Особенность такой конструкции состоит в применении элементов в виде прямоугольных труб. Такая конструкция арки применяется по требованиям получения большего полезного пространства для сооружений разного назначения. Выявлен ряд преимуществ такого типа конструкций.

**Список литературы:**

1. Еремеев П.Г. Справочник по проектированию современных металлических конструкций большепролетных покрытий. Справочное издание. М.: Издательство АСВ, 2011. 256 с.
2. Теличенко В.И., Гныря А.И., Бояринцев А.П. Технология возведения высотных, большепролетных, специальных зданий. М.: Издательство АСВ, 2018. 744 с.
3. Федорцев И.В., Султанов Е.А. Технология возведения конструкций покрытия большепролетных зданий. Уфа: УГНТУ, 2008. 250 с.
4. Шестакова А.П., Гизатулин Р.Р. Технология монтажа большепролетных конструкций гражданских зданий на примере монтажа фермы многофункционального спортивного комплекса // ИВД. 2021. №11 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-montazha-bolsheproletnyh-konstruktsiy-grazhdanskih-zdaniy-na-primere-montazha-fermy-mnogofunktsionalnogo-sportivnogo> (дата обращения: 22.05.2023).
5. Дьяченко Л.Ю., Мосиюк А.Н. Особенности применения монтажных механизмов в стесненных условиях реконструкции зданий и сооружений // Вісник ПДАБА. 2013. №1-2 (178-179). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-montazhnyh-mehanizmov-v-stesnennyh-usloviyah-rekonstruktsii-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата обращения: 22.05.2023).
6. Мелёхин Е.А., Иванов П.С., Малыгин А.Б. Численные исследования модульных систем трёхгранных ферм плоских покрытий зданий // ИВД. 2022. №6 (90). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chislennye-issledovaniya-modulnyh-sistem-tryohgrannyh-ferm-ploskih-pokrytiy-zdaniy> (дата обращения: 22.05.2023).

**References:**

1. Eremeev P.G. Reference book on the design of modern metal structures of large-span coatings. Reference edition. Moscow: ASV Publishing House, 2011. 256 p.
2. Telichenko V.I., Gnyrya A.I., Boyarintsev A.P. Construction technology of high-rise, large-span, special buildings. Moscow: ASV Publishing House, 2018. 744 p.
3. Fedortsev I.V., Sultanov E.A. Technology of erection of roof structures for large-span buildings. Ufa: UGNTU, 2008. 250 p.
4. Shestakova A.P., Gizatulin R.R. The technology of installation of large-span structures of civil buildings on the example of the installation of a farm of a multifunctional sports complex // IVD. 2021. No. 11 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-montazha-bolsheproletnyh-konstruktsiy-grazhdanskih-zdaniy-na-primere-montazha-fermy-mnogofunktsionalnogo-sportivnogo> (date of access: 05/22/2023).
5. Dyachenko L.Yu., Mosiyuk A.N. Features of the use of mounting mechanisms in cramped conditions of reconstruction of buildings and structures // Visnik PDABA. 2013. No. 1-2 (178-179). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-montazhnyh-mehanizmov-v-stesnennyh-usloviyah-rekonstruktsii-zdaniy-i-sooruzheniy> (date of access: 05/22/2023).
6. Melekhin E.A., Ivanov P.S., Malygin A.B. Numerical research of modular systems of trihedral farms of flat roofs of buildings // IVD. 2022. No. 6 (90). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chislennye-issledovaniya-modulnyh-sistem-tryohgrannyh-ferm-ploskih-pokrytiy-zdaniy>

<https://cyberleninka.ru/article/n/chislennye-issledovaniya-modulnyh-sistem-tryoigrannyh-ferm-ploskih-pokrytiy-zdaniy> (date of access: 05/22/2023).