

*Сарниязова Алия,  
студент магистратуры  
3 курс, Строительный факультет  
Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет  
Россия, г. Санкт-Петербург*

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ**

***Аннотация:** С каждым годом возрастает строительство легких металлических одноэтажных однопролетных или многопролетных зданий. Это связано с тем, что металлический каркас здания удовлетворяет всем требованиям: он легкий, имеет высокую прочность, быстрый в монтаже и долговечный. Эта технология широко применяется при монтаже быстровозводимых зданий складского и производственного назначения. Впрочем, жилые помещения также могут быть построены по этой технологии. В данной статье рассматриваются конструктивные решения металлических каркасов зданий.*

***Ключевые слова:** металлический каркас, легкие металлические конструкции, конструктивная схема, рамные схемы, связевые схемы, рамно-связевые схемы.*

## **ANALYSIS OF STRUCTURAL SOLUTIONS OF METAL FRAMES OF BUILDINGS**

***Annotation:** The construction of light metal single-storey single-span or multi-span buildings is increasing every year. This is due to the fact that the metal*

*frame of the building meets all the requirements: it is lightweight, has high strength, quick to install and durable. This technology is widely used in the installation of prefabricated buildings for warehouse and industrial purposes. However, residential premises can also be built using this technology. This article discusses the structural solutions of metal frames of buildings.*

**Key words:** *metal frame, light metal structures, structural scheme, frame schemes, coupling schemes, frame-coupling schemes.*

В последнее время строительство зданий из легких металлических конструкций находят все большее развитие в России и странах СНГ. «Объем строительства зданий этого вида металлических конструкций составляет не более чем 20% от общего объема строительства, тогда как в Европе - 50%» [1]. Следовательно, существует значительный объем потенциального роста, составляющий не менее 30%.

Обширная область применения таких конструкций связана с тем, что у лёгких стальных конструкций имеется большое количество преимуществ, например, относительно небольшой расход стали, быстрый монтаж конструкций, индустриальности, хорошие прочностные характеристики, надежность и долговечность, легкий внешний вид в отличие от железобетонных и армокаменных конструкций, ремонтпригодность.

Одноэтажные металлические однопролетные и многопролетные здания включают в себя две основные группы конструкций: несущих и ограждающих элементов.

Основные несущие элементы конструкции состоят из фундаментов, колонн и стоек, несущих конструкций покрытий и перекрытий, подкрановых балок и связей. Несущие конструкции зданий предназначены для того чтобы принимать и передавать действующие нагрузки на основание здания [4].

Ограждающими элементами являются наружные и внутренние стеновые ограждения, перегородки, заполнения проемов, конструкция покрытия и пола.

Пространственная жесткость и устойчивость здания и его отдельных элементов обеспечивается прогонами, распорками и системой связей в продольном и поперечном направлениях.

Основные параметры здания — пролет, высота, длина — назначают в соответствии с эксплуатационными и архитектурными требованиями. Чаще всего одноэтажные здания с металлическими каркасами возводятся одно-, двух- и многопролетными с пролетами 18, 24, 30 и 36 м и шагом колонн 6 и 12 м.

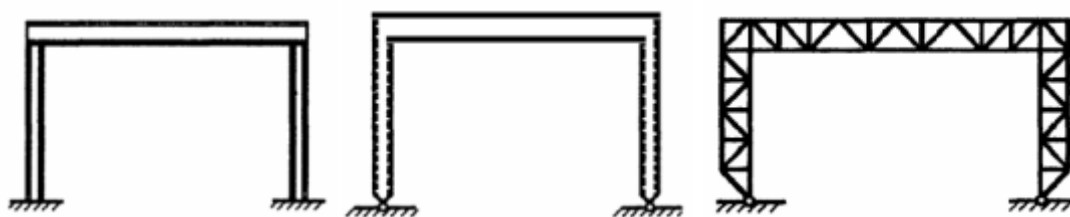
«По способу восприятия горизонтальных воздействий схемы каркасов подразделяют на: 1. рамные; 2. связевые; 3. рамно-связевые» [3].

Наибольшее распространение в одноэтажных зданиях получила рамно-связевая схема с рамами в поперечном направлении и с вертикальными связями — в продольном. Связевые схемы часто применяют в каркасах высотных зданий.

Рамы из облегченных металлических конструкций представляют собой плоские конструкции, состоящие из прямолинейных, ломаных, реже криволинейных пролетных элементов (ригелей рам) и жестко связанных с ними вертикальных или наклонных элементов (стоек рам).

«Системы несущих каркасов для легких одноэтажных производственных зданий можно разделить на три основные группы (рис. 1):

- сплошностенчатые рамные системы жестко или шарнирно соединенные с фундаментами;
- сплошностенчатые системы рамно-балочного типа;
- решетчатые рамные системы»[5].



а) сплошнотенчатые    б) рамно-балочные    в) решетчатые

*Рисунок 1. Типы поперечных рам*

Компоновка конструктивной схемы рамного каркаса здания является обязательным и важным этапом проектирования. Конструктивное решение здания должно быть технически целесообразным, оптимальным, функциональным, при этом элементы горизонтальные и вертикальных конструкций здания, связанные между собой, должны обеспечивать прочность, надежность, устойчивость и пространственную жёсткость каркаса. Поиск оптимальных параметров конструкции ведется, как правило, по критерию минимальной металлоемкости.

Наибольшее распространение в нашей стране получили здания из ЛМК комплектной поставки, которые имеют следующие варьируемые параметры:

- постоянная нагрузка на покрытие 50-140 кг/м;
- суммарный расход металла на несущие и ограждающие конструкции 50-100кг/м<sup>2</sup>.

Созданы различные ЛМК комплектной поставки, например, «Канск», «Орск», «Молодечно» и др.

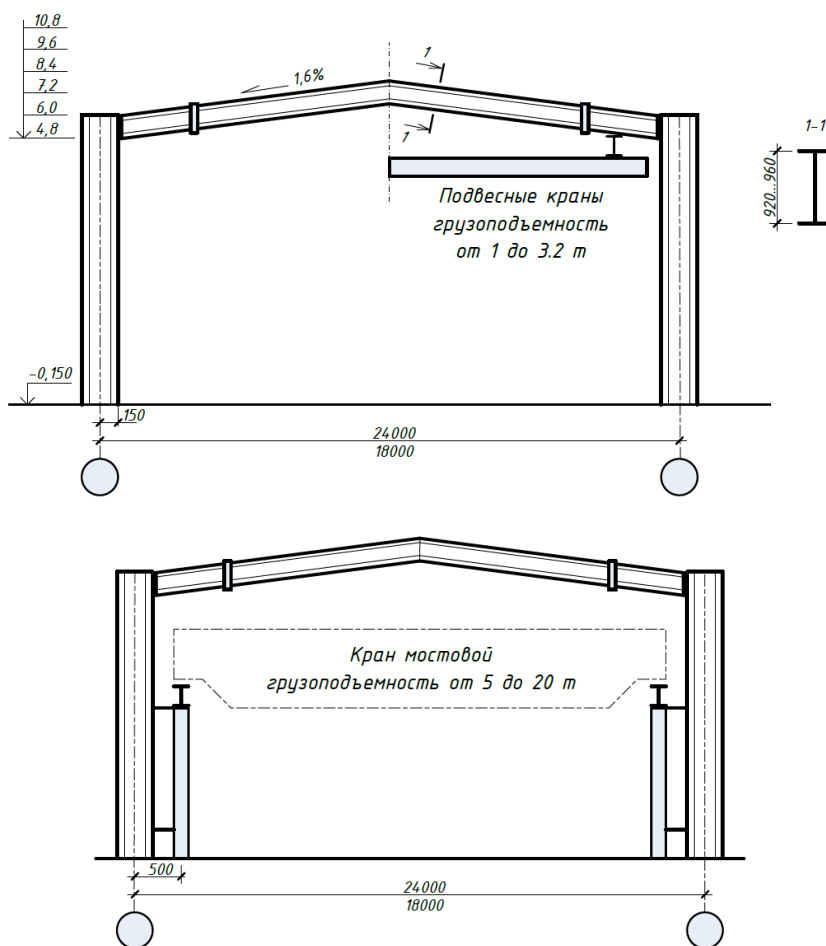
Рассмотрим одни из самых распространенных металлических каркасов – это каркасы типа «Канск» и «Орск».

Каркасы здания типа «Канск» (рис. 2) представляет собой одноэтажное здание, состоящие из поперечных сплошнотенчатых рам, прогонов или панелей кровли. Здания могут быть однопролетными, и многопролетными (до 4-х пролетов). В торцах здания рамы заменяются на систему фахверков и балок.

Крепление колонн рам к фундаментом жесткое. Узлы сопряжения ригелей между собой и ригелей с колонными запроектированы фланцевыми на высокопрочных болтах с предварительным напряжением. В однопролетных рамах узлы сопряжение ригелей с колоннами жесткие. В многопролетных рамах сопряжение ригелей с колоннами крайних рядов шарнирное, с колоннами средних рядов – жесткое. Прогоны запроектированы для шага рам 6 м из прокатных профилей и из тонкостенных сварных балок для шага рам 12 м.

Здания с каркасом типа «Канск» допускает использование в различных климатических районах.

Расход стали кг на м<sup>2</sup> площади здания с каркасом типа «Канск» составляет: бескрановая однопролетная, пролет 24 м – 54,6 кг/м<sup>2</sup>.



**Рисунок 2. Рамы типа «Канск»**

Опыт применения рам типа «Канск» подтвердил технологические, транспортные и эксплуатационные преимущества балочных элементов в составе рамных конструкций. Однако универсальность созданной серии потребовала высокой степени унификации, что не могло не отразиться на повышенном расходе стали.

Кроме того, принятая постоянная высота поперечного сечения по длине элементов не соответствует характеру распределения силовых факторов, действующих в раме, и содержит значительные резервы экономии металла.

Стальные рамные конструкции типа «Орск» (рис. 3) представляют собой систему однопролетных, шарнирно опертых на фундамент рам, на которые опираются прогоны. Такие каркасы состоят из поперечных рам коробчатого сечения, прогонов, системы горизонтальных связей, расположенных по верху ригеля рамы, и вертикальных связей по стойкам рам. В торцах здания предусмотрены стойки фахверка.

Основная особенность двухшарнирных рам – жесткое сопряжение ригеля со стойками, колонны шарнирно опираются на фундамент, т.е. сечение колонн и ригеля замкнутое.

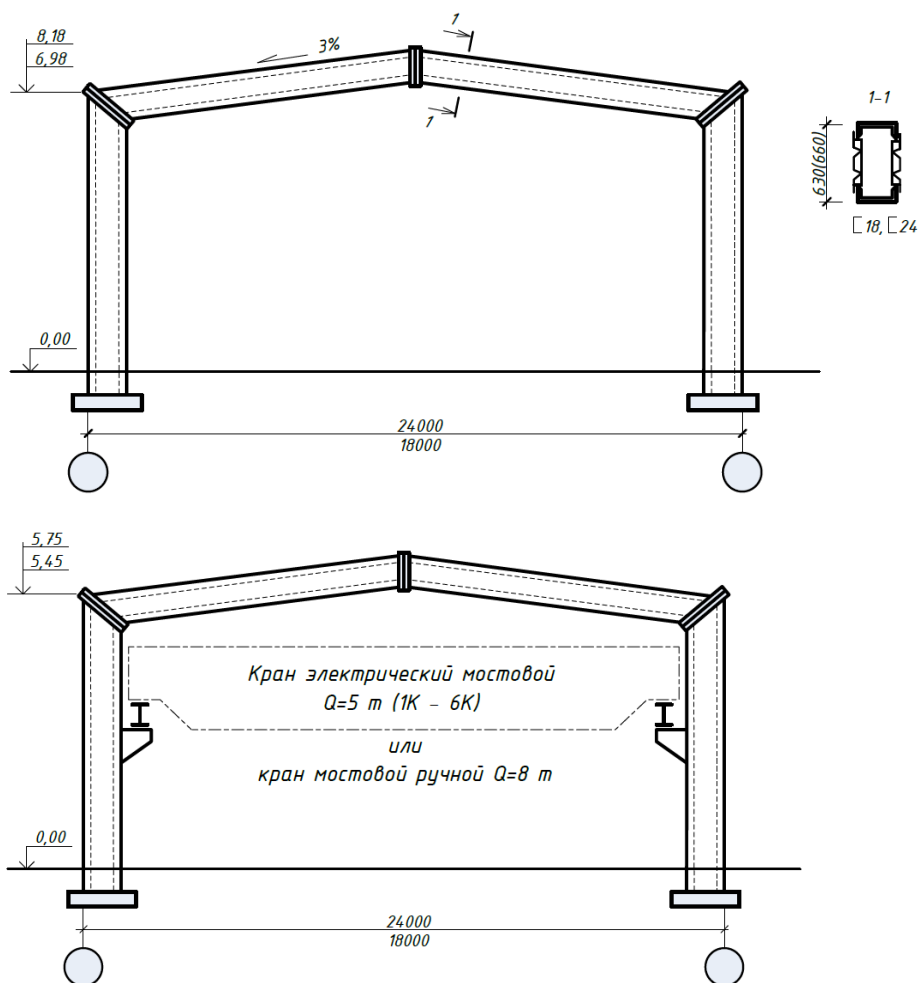
Сечение рамы образуется из двух прокатных швеллеров, к которым приварены листы, усиленные продольными гофрами. Внутри сечения ригеля и колонн предусмотрены поперечные ребра из полосы, приваренной с одной стороны. Рамы состоят их четырех отправочных элементов – двух стоек и двух элементов ригеля. Монтажные стыки фланцевые на высокопрочных болтах.

Здания могут, быть как крановыми с двумя кранами  $Q = 5$  т, так и бескрановыми.

В крановых зданиях на стойках рамы предусмотрены коробчатые консоли, на которые опираются подкрановые однопролетные балки. Прогоны из прокатных швеллеров.

Использование этих конструкций практически возможно во всех климатических зонах России до IV снегового района и VII ветрового районов,

в районах с сейсмичностью до 9 баллов и с расчетной температурой до  $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
Расход стали на каркас здания с рамными конструкциями составляет:  
бескрановая однопролетная, пролет 24 м –  $39,17\text{ кг/м}^2$ .



**Рисунок 3. Рамы типа «Орск»**

Анализируя рассмотренные каркасные системы зданий из облегчённых металлических конструкций, можно сделать следующие выводы:

- рамная конструкция типа «Орск» менее технологична при изготовлении, чем типа «Канск», не приспособлена для использования подвешенного кранового оборудования широкой номенклатуры;
- достоинством рамной конструкции типа «Орск» является меньшая металлоемкость по сравнению с каркасом типа «Канск».

### **Использованные источники:**

1. Кузнецов В.В. Металлические конструкции. В 3т. Т.1. Общая часть. (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. заслуж. Строителя РФ, лауреата госуд. премии СССР В.В.Кузнецова (ЦНИИпроектсталь-конструкция им. Н.П.Мельникова) – М.: изд-во АСВ, 1998.– 576 стр. с илл.
2. Енджиевский Л.В., Крылов И.И., Кретинин А.Н., Терешкова А.В. Ограждающие и несущие строительные конструкции из стальных тонкостенных профилей: монография. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. 282 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://bik.sfu-kras.ru/elib/view?id=BOOK1-624%2F%D0%9E-393-546302> (дата обращения: 19.11.2022).
3. Тухарели В.Д., Чередниченко Т.Ф., Чеснокова О.Г. Современные технологии в проектировании и возведении уникальных большепролетных зданий [Электронное издание]: учебное пособие. Волгоград, 2017. 120 с.
4. Пермякова, А.Ю. Разработка оптимальных конструктивных решений легких металлических каркасов одноэтажных однопролетных и многопролетных зданий / А.Ю. Пермякова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 18 (308). — С. 75-80. — URL: <https://moluch.ru/archive/308/69423/> (дата обращения: 19.11.2022).
5. Металлические конструкции. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. В. В. Кузнецова 1998г. — 498 с.