УДК

**ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ**

**Гущина Ю.В.**

Кандидат экономических наук

 Доцент кафедры "Технологии Строительного Производства"

**Акопян Г.О.**

Студент бакалавриата

**Кожевникова А.А.**

Студент бакалавриата

Институт Архитектуры и Строительства Волгоградского Государственного Технического Университета, г. Волгоград

Тел: 8-937-550-60-63

8-927-525-26-75

Email: [jgushina@mail.ru](mailto:jgushina@mail.ru)

[akopyangr.2015@gmail.com](mailto:akopyangr.2015@gmail.com)

[maysli-mayz@mail.ru](mailto:maysli-mayz@mail.ru)

*В статье рассматривается использование металлического каркаса как альтернативный способ возведения жилых зданий взамен железобетонного. Раскрывается исторический опыт возведения на стальном каркасе в России. Основное внимание уделяется разбору преимуществ и недостатков монтажа металлического каркаса в сравнении с железобетонным. Отмечаются сферы использования стального каркаса и методы его пожарозащиты. В результате выявлена экономическая эффективность использования стальной конструкции.*

***Ключевые слова:*** *стальной каркас, металлические конструкции, железобетонный каркас, монтаж металлокаркаса, жилищное строительство в России.*

С 20-х годов ХХ в., с первой пятилетки, государство приступило к осуществлению широкой программы индустриализации страны. Резкий подъем количества и качества металлических конструкций был вызван развитием всех ведущих отраслей народного хозяйства, грандиозным размахом промышленного и гражданского строительств. [6, с. 9-10]

Крупный экспериментальный проект того времени —дом на Хорошевском шоссе в Москве (1948). Создали его Ашот Мндоянц и Михаил Посохин всего через три года после того, как в 1949 году по их же проекту закончилась стройка высотки на площади Восстания (ныне Кудринской). Инженером дома на Хорошевском выступил В. Лагутенко, впоследствии—главный строитель хрущевок. Тут им была разработана собственная система: каркас для домов изготавливали в металлических формах прямо на строительной площадке. Заводской базы пока еще не было, и все строительно-монтажные работы велись полукустарным способом. Тем не менее, после первого экспериментального дома в том же районе «поточно-скоростным методом» было возведено в две очереди 15 жилых домов этого конструктивного типа. [4]

В современном строительстве каркасные здания востребованы, активно проектируются и возводятся. Одновременно развиваются и совершенствуются конструктивные формы, материалы, технологические процессы изготовления, сборки и монтажа.

Каркасные здания являются основной конструктивной формой в капитальном строительстве. На долю стальных каркасов приходится не менее половины металла, используемого в стройиндустрии. По компоновке и функциональному назначению каркасные здания подразделяются на одноэтажные, многоэтажные и высотные. [5, с. 3-6]

В многоэтажном строительстве применяется сборный железобетонный унифицированный каркас, который стал преимущественным решением, а также металлический каркас, который находит применение для промышленных и гражданских зданий с нетиповыми высотами этажей и пролетами, с повышенными нагрузками на перекрытия.

Д. Конин, заведующий сектором высотных зданий и сооружений лаборатории металлических конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, рассказал, что в России есть ряд зданий, при возведении которых использовались металлические конструкции. В период СССР с их помощью были построены сталинские высотки, вокзалы, Центр международной торговли. В современной России металлические каркасы успешно применялись в строительстве общежития Дальневосточного федерального университета на о. Русский, а также ряда зданий комплекса «Москва-Сити» (башня на Набережной и «Евразия»).

Отечественная практика проектирования и строительства зданий на стальном каркасе отличается от практики западных стран. Если в СССР, а затем и в современной России металлические каркасы используются при возведении уникальных зданий, то за рубежом они применяются в том числе в жилых зданиях и зданиях общественного назначения.

Как пишет «Металлоснабжение и сбыт», в России доля сооружений со стальным каркасом составляет 13%. Это, с учетом того, что на рынке сейчас профицит стали и цены на нее невысоки. В то же время в самом массовом жилищном строительстве металлические каркасы занимают менее 5%. [8] Универсальные стальные решения могут стать перспективным направление развития российского рынка: конструкции из стали прочнее, компактнее и гораздо легче по сравнению с традиционно использующимся железобетоном. [2]

В нашей стране массовое жилищное строительство разворачивалось благодаря широкому использованию типовых конструкций, прежде всего железобетонных. [11, с. 18]

В железобетонном здании несущие конструкции (колонны, перекрытия) выполнены из армированного бетона. Здание может быть из сборных железобетонных конструкций (часть элементов изготавливается на заводе, а затем соединяются на площадке при помощи сварки выпущенной арматуры и замоноличивания участка) или монолитным. Жесткость каркаса обеспечивается жесткой заделкой колонн в фундамент, жестким соединением колонны с перекрытием, использованием диафрагм жесткости (монолитных стен).

Применение таких конструкций позволяет упростить и сократить время, а также стоимость проектирования и строительства. При этом типовые конструкции имеют высокую надежность, доступны, а технология монтажа достаточно хорошо отработана. [11, с. 18] Но несмотря на это данный тип каркаса имеет свои недочеты.

Недостатками монтажа железобетонного каркаса являются:

• Повышенная материалоемкость и трудоемкость монтажа, обусловленные тем, что стальные профили колонн и ригелей являются несущими, а для соединения их в рамную конструкцию требуется много сварочных работ.

• Высокая материалоемкость и себестоимость монтажа, обусловленная конструктивными особенностями, которые не обеспечивает возможность многократного использования ригелей при изготовлении опалубки.  [7, с. 3]

• Необходимость устройства многочисленных временных монтажных поддерживающих приспособлений, их демонтаж и перестановка после набора необходимой прочности бетона узлов «колонна-ригель», что повышает трудоемкость, усложняет и увеличивает сроки производства работ и требует наличие большого количества монтажных приспособлений. [12, с. 2]

• Существенное увеличения времени монтажных работ за счет того, что монтаж сборных конструкций вышележащего этажа (или этажей при двухэтажных колоннах) производится только после полного и окончательного закрепления элементов нижележащего этажа (этажей) и достижения бетоном замоноличенных стыков не менее 50 % проектной прочности. [3, с.229]

Металл – один из самых давних и распространенных искусственных строительных материалов. Еще в V в. до н.э. были известны простейшие сооружения из железа. Но применение металла в строительных конструкциях началось относительно недавно после получения в 1784 г. Г. Кортом (Англия) малоуглеродистого пудлингового железа. За короткий период были разработаны основные способы промышленного производства литой стали: бессемеровский (1855 г.); мартеновский (1867 г.); томасовский (1878 г.). После их внедрения начало развиваться прокатное производство стальных профилей — угловых, тавровых, зетовых и двутавровых.

Металл широко используют в строительстве зданий и сооружений с металлическим каркасом, так как он обладает высокой несущей способностью, которая обеспечивает восприятие значительных нагрузок при небольшой собственной массе. [1, с. 174-175]

Методы монтажа готовых металлоконструкций и их типовых узлов и элементов, а также их легкая адаптируемость к требованиям конкретного проекта значительно упрощают проектирование и строительство зданий, гармонично соответствующих своему назначению.

Все элементы несущего каркаса здания изготавливаются производителями проката или металлоконструкций с использованием автоматизированного оборудования и станков с числовым программным управлением (ЧПУ) для выполнения операций резки и гибки. При этом точность изготовления находится в пределах нескольких миллиметров, тогда как для других строительных материалов строительные допуски составляют до нескольких сантиметров. Качество готовой продукции контролируется самым тщательным образом. [9, с. 14]

Преимущества стальных конструкций:  
1. Конструкция монтируется с высокой скоростью. Это обеспечивается благодаря готовности элементов здания на заводе, которые на строительной площадке только соединяются при помощи болтового или сварного соединения.  
2. Можно вести строительство в любом сезоне из-за отсутствия мокрых процессов.  
3. Еще одним преимуществом стальных конструкций является малая нагрузка на фундамент несмотря на то, что плотность стали выше, чем у бетона, у нее и прочность намного выше, чем  
у бетона и, при прочих равных условия, здание из стального каркаса будет легче чем из железобетона.  
4. При строительстве монолитного здания нужно наличие завода недалеко от строительной площадки или устройство мобильного бетонно-растворного узла, но при строительстве с использованием стальных каркасов в этом нет необходимости.  
5. Металлические конструкции здания легко модернизировать под новые требования при модернизации производства. Элементы можно легко демонтировать, а усиление элементов производится просто приваркой к существующему усиливающего элемента (профиля или же полосы стали).  
6. Есть возможность повторно использовать материалы и элементы после демонтажа здания.  
7. Есть возможность планировать большие пролеты здания.

8.Основное технологическое преимущество по сравнению с бетонными – это создание водонепроницаемой внешней оболочки здания на начальных этапах строительства.

Недостатки стальных конструкций:  
1. Подверженность коррозии. При контакте с влагой в сочетании с агрессивными газами, солями, пылью сталь подвергается коррозии.   
2. Малая огнестойкость. При высоких температурах металлоконструкции теряют свою несущую способность. Высокая температура для стали 600°С, для алюминиевых сплавов 300°С.

При грамотном проектировании и соответствующей̆ эксплуатации эти недостатки не представляют опасности для выполнения металлоконструкцией̆ своих функций, но приводят к повышению начальных и эксплуатационных затрат.

Повышение коррозионной стойкости стальных конструкций достигается с помощью специальных легирующих добавок в виде покрытия конструкций защитным слоем в виде лаков и красок. [1, с.176-177]

Существует множество систем защиты от пожара: противопожарные преграды, напыляемые огнезащитные составы, огнезащитная облицовка, размещение конструкций за пределами фасада здания. Все эти системы обеспечивают необходимый уровень пожарозащиты стальных конструкций, независимо от назначения здания.

Также есть активные методы пожарозащиты: датчики дыма, пожарная сигнализация, принудительное дымоудаление, спринклеры. Главная цель — ограничить распространение пожара для того, чтобы дать людям возможность как можно быстрее эвакуироваться из здания и максимально облегчить проведение спасательных мероприятий. [9, с.47-52]

При экономической оценке строительного материала, который будет использован для несущего каркаса здания, необходимо учитывать не только стоимость каркасов из разных материалов, а рассматривать все расходы на сооружение здания с учетом специфики эксплуатационных свойств этих материалов.

Однако стальной каркас легко связывает все конструктивные элементы в единую систему. Стальные строительные материалы, конструкции и изделия производятся, изготавливаются и монтируются с использованием эффективных современных технологий. Использование материала высоко оптимизировано, а отходы практически исключены. Здания и сооружения, построенные с применением металлоконструкций, эксплуатируются во всех областях экономики (включая логистику, торговлю, бизнес, производство), создавая инфраструктуру, необходимую для ее нормального функционирования.

В среднем в строительных проектах на этапе возведения экономия на использовании стальных каркасов относительно других материалов может составлять 5—15%, в зависимости от степени заводской готовности конструкций. Финансовыми выгодами от сокращения сроков строительства являются: экономия на организации строительной площадки, выгода от высокой производительности до конца строительства, пониженные суммы процентных выплат, более раннее получение дохода от введенного в строй объекта.  
Обычно экономия на ускоренных темпах строительства составляет 2—4% от общей стоимости строительства, то есть значительную часть от стоимости возведения каркаса. Кроме того, при расширении и реконструкции существующих зданий скорость строительства и уменьшение неудобств, причиняемых жильцам соседних зданий, становятся еще более важными.

Следует отметить, что в строительстве многоэтажных зданий преимущества использования стальных несущих конструкций проявляются во многом благодаря методике fast track (параллельное проектирование и строительство), которая приводит к снижению как материальных, так и временных затрат.

Экономический эффект скоростного строительства может выражаться в следующем:  
• Более ранняя сдача объекта в эксплуатацию, что приводит к снижению процентных выплат и более ранней окупаемости инвестиций  
• Снижение оттока оборотных средств  
• Снижение стоимости управленческого аппарата благодаря сокращению  
сроков строительства, а также за счет меньшей численности рабочих на стройплощадке  
• Снижение затрат на временные сооружения стройплощадки  
• Большая определенность и снижение рисков капитальных вложений.[10, с.14-24]

***Литература:***

1. Абу Махади М.И., Алипур Мохаммад, Гусман Курай Ф.Р. Особенности проектирования зданий со стальным каркасом. / М.И. Абу Махади , Мохаммад Алипур, Ф.Р. Гусман Курай // Научно-практическая конференция с международным участием. Инженерные системы. – 2019. – № 69.07 – 174-177 с.

2. Доля сооружений со стальным каркасом в России составляет 13%. // газета Версия. – Текст электронный. – URL: https://versia.ru/dolya-sooruzhenij-so-stalnym-karkasom-v-rossii-sostavlyaet-13 https://versia.ru/dolya-sooruzhenij-so-stalnym-karkasom-v-rossii-sostavlyaet-13 (дата обращения: 26.05.2020)

3. Дыховичный Ю. А., Максименко В. А. Сборный унифицированный железобетонный каркас: Опыт московского строительства. Проектирование, исследование, изготовление, монтаж, перспективы развития. / Ю. А. Дыховичный, В. А. Максименко – М.: Стройиздат, 1985. – 229 с.

4. Ерофеев Н. История хрущевки. / Н. Ерофеев // Открытая левая. – Текст электронный. – URL: http://openleft.ru/?p=4962 (дата обращения: 24.05.2020)

5. Копытов М.М. Металлические конструкции каркасных зданий: учебное пособие / М.М. Копытов – М. : Изд. ТГАСУ , 2016. – 3-6 с.

6. Металлические конструкции: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. – 13-е изд. / под ред. Кудишина Ю.И. – М.: Академия, 2011. – 9-10 с.

7. Митасов В.М., Пантелеев Н.Н., Аргунов Ю.К., Логунова М.А. Железобетонный каркас здания: патент на полезную модель // Роспотент. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2010. – №112 693. – 3 с.

8. Стальное строительство: свидетели истории. // Металл экспо 2020. – Текст электронный. – URL: https://www.metal-expo.ru/ru/news/1752 (дата обращения: 26.05.2020)

9. Стальные здания в Европе. Многоэтажные стальные здания: Руководство для архитекторов: в 2 ч. / Ассоциация развития стального строительства; [пер. с англ. : В.В. Галишникова, С.А. Печорская]. – М.: АКСИОМ ГРАФИКС ЮНИОН, 2017. – Ч. 1. – 14, 47-52 с.

10. Стальные здания в Европе. Многоэтажные стальные здания: Руководство для архитекторов: в 2 ч. / Ассоциация развития стального строительства; [пер. с англ.: В.В. Галишникова, С.А. Печорская]. – М.: АКСИОМ ГРАФИКС ЮНИ-ОН, 2017. – Ч. 2. – 14-24 с.

11. Туснин А.Р. Стальной каркас малоэтажного здания / А.Р. Туснин // Промышленное гражданское строительство. – 2017. – №11. – 18 с.

12. Фотин О.В., Зимина А.С., Киселев Д.В. Сборный железобетонный каркас многоэтажного здания: патент на полезную модель // Роспотент. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2014. – №143 211. – 2 с.

GUSHINA J.V., AKOPYAN G.O., KOZHEVNIKOVA A.A.

***THE ADVANTAGES OF USING A METAL FRAME FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN RUSSIA***

*The article discusses the use of a metal frame as an alternative way to construct a residential buildings instead of reinforced concrete. Also, there is revealing the historical experience of construction on a steel frame in Russia and noticing the spheres of using a steel frame and methods of its fire protection. The main attention is paid on the analysis of the advantages and disadvantages of mounting a metal frame in comparison with reinforced concrete. As a result, has revealed the economic efficiency of using steel structure.*

***Keywords:*** *steel frame, metal construction, reinforced concrete frame, mounting of metal frame, a residential buildings in Russia.*