

УДК 69.032.2

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ**

**Шмарова Т.С.**

*Старший преподаватель,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
Пенза, Россия*

**Наумова В.Е.**

*Студент,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
Пенза, Россия*

### **Аннотация**

В статье рассмотрено развитие строительного искусства и приведены значимые достижения в области эволюции технологий многоэтажного строительства. Перечислены особенности строительных технологий Древнего Рима, указано наличие многоэтажных домов в некоторых других государствах Древнего мира, отмечено влияние достижений европейской средневековой архитектуры на развитие высотного строительства. Кратко рассмотрены технические достижения современного строительного искусства, такие как изобретение железобетона и различных новых строительных материалов, которые привели к созданию экономически эффективных большепролетных и высотных конструкций.

**Ключевые слова:** строительство, архитектура, многоэтажные здания, строительные технологии, железобетон.

## **HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF MULTISTOREY BUILDINGS**

**Shmarova T.S.**

*Senior tutor*

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

**Naumova V.E.**

*Student,*

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

### **Annotation**

The article considers the development of building art. Significant achievements in the field of evolution of multi-storey construction technologies are given. The features of building technologies of Ancient Rome are listed. The presence of multi-storey buildings in some other states of the Ancient World is indicated. The influence of the achievements of European medieval architecture on the development of high-rise

construction is noted. The technical achievements of modern building art, such as the invention of reinforced concrete and various new building materials, are briefly considered. This led to the creation of cost-effective large-span and high-rise building structures.

**Keywords:** construction, architecture, construction of multistorey buildings, building technology, armored concrete.

Необходимость в строительстве многоэтажных зданий и сооружений возникла еще в древние времена, когда для защиты от нападения потребовалось возводить высокие многоуровневые фортификационные башни, защитные стены и крепости. Также толчком к развитию высотного строительства послужила потребность в религиозных объектах и храмах.

Особенно следует отметить достижения архитектуры Древнего Рима [6]. Именно здесь появились первые многоэтажные жилые строения. В связи с расширением Римской империи росло население городов. Для того чтобы разместить большие массы людей, необходимо было строить дома, которые бы удовлетворяли запросам граждан и были экономичными по затратам на их строительство. Так впервые возникает вопрос многоэтажного строительства и вертикальной застройки городов. Строители Древнего Рима использовали глиняный обожженный кирпич, туф, так называемый римский бетон, который был изобретен во 2 веке до н.э. [4]. Римляне создали бетон необыкновенной прочности. Это искусственный монолит, в котором мелкокаменный заполнитель скреплялся раствором, в который были внесены добавки вулканического пепла – пуццолана, делавшего этот монолит очень прочным и водонепроницаемым. На базе этого бетона сложилась новая технология возведения стен, арок и сводов, способных перекрывать большие пролеты, причем не требуя очень высокой квалификации рабочих-строителей. При строительстве использовали плинфу – почти квадратный плоский кирпич.

Примеры римского строительного мастерства сохранились до наших дней. Примером многоэтажного строительства в Древнем Риме являются инсулы – жилые многоквартирные здания. Высота таких зданий могла достигать семь

этажей [7]. Большинство квартир в подобных зданиях были неотапливаемыми, малоосвещёнными. За исключением первых двух-трёх этажей, в них отсутствовали водоснабжение и канализация. Перенаселённые многоэтажные дома Рима иногда обваливались и разрушались, что было вызвано нарушениями правил строительства и использованием некачественных строительных материалов. Применение деревянных конструкций и небольшое расстояние между соседними домами способствовали распространению пожаров.

Многоэтажные постройки существовали и в других древних государствах. Например, Страбон (античный историк и географ Римской Греции) говорил о многоэтажных домах финикийских городов Арада и Тира, причем дома Тира были даже выше римских домов. Финикийские города обычно невелики, поэтому дома имели несколько этажей. В строительной технике финикийцев можно отметить устройство оснований из мелкого камня или щебня на растворе. Финикийцы, возводя стены, наполняли деревянную форму смесью извести и песка, т. е. уже применяли принцип бетона. Также финикийцы применяли огромные, достигавшие нескольких метров в длину каменные блоки в кладке, что свидетельствует о влиянии Египта. Эти блоки обтесывали настолько, чтобы они плотно прилегали друг к другу, а иногда связывали их металлическими скрепами, в этом случае раствор не употреблялся [1].

Также известно, что трехэтажные жилые дома были традиционными для древнего государства Урарту в юго-западной Азии. Отличительной чертой Древнего Востока была не только застройка благоустроенных городов многоэтажными домами из обожжённого кирпича, но и наличие городских сетей водоснабжения и канализации. Многоэтажное строительство не обошло и Древний Китай – в провинции Хэнань была обнаружена модель многоэтажного дома высотой 155 м [1]. В странах арабского Востока в седьмом веке возводили башенные дома из сырцового кирпича, которые надстраивались по мере надобности в расширении. Высота таких домов могла достигать до одиннадцати этажей [8].

В эпоху Средневековья активно строились храмы и оборонительные сооружения. Ранние средневековые постройки отличались большой толщиной стен. Но в этот период произошли изменения в обработке камня, что привело к изменениям технологий строительства. Стремясь к художественной выразительности культовых сооружений, европейские средневековые строители возводили большие по площади и высоте здания, которые являются по существу каркасными сооружениями. Важная часть этой каркасной системы – ребристый свод [7]. Первые ребристые своды имели большие кафедральные соборы вокруг Парижа. Ребра делали из мелкозернистого известняка, из камней клинообразной формы. Система несущих ребер свода готических храмов образовывала упругий каркас, который заполнялся облегченной кладкой. Была разработана система опор (рис. 1, 2 [7]), которая позволила уменьшить массу сооружения. Стены перестали быть несущими. Такие конструкции впервые появились в 12 веке во Франции, затем, начиная с 13 века, распространились на территории современных Германии, Австрии, Чехии, Испании, Англии. Но строительное искусство еще не было совершенным, недостаточными были знания строителей того времени. Имеются сведения о происходивших иногда обрушениях таких строений [3]. Некоторые сооружения отличались крайне малым запасом прочности из-за несовершенства средневекового строительного раствора, недостаточной точности расчетов, недолговечности строительных материалов, перераспределения нагрузки в результате ремонтных работ, осадки фундаментов, погодных условий.

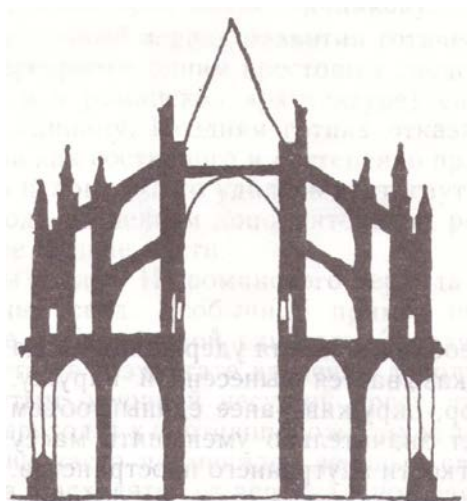


Рис. 1 Схема системы опор готического храма

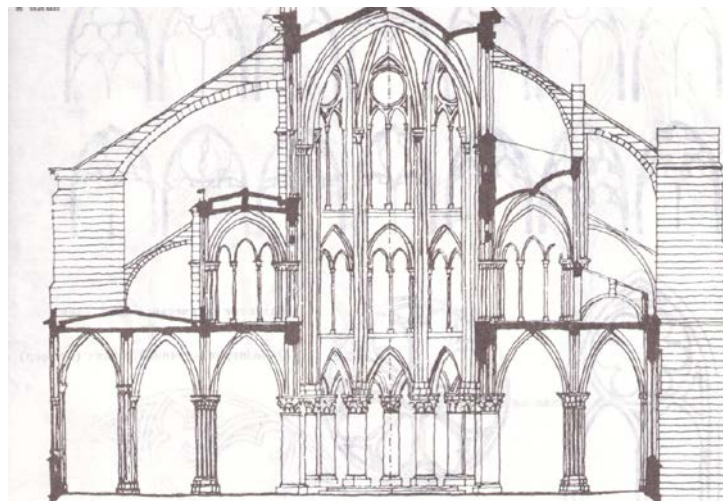


Рис. 2 Париж, собор Нотр-Дам, разрез

Параллельно европейскому становление архитектуры стран мусульманского и буддийского мира приходит в целом к тем же конструктивным результатам [8].

В настоящее время подавляющее большинство зданий в городах имеют много этажей. Особенно сильно высотное строительство в мире начинает развиваться в последней трети 19 века, что было продиктовано развитием бизнеса, резким увеличением численности городского населения и потребностью в формировании новых типов зданий: банков, офисов, промышленных зданий, универмагов и пр.

Важным событием в развитии строительных технологий стало изобретение железобетона, запатентованного французским садовником Ж. Монье в 1867 г., который уже за десять лет до этого конструировал трубы из металлической сетки, обмазанной цементным раствором [7]. В конце 19 века были разработаны принципы создания и расчета железобетонных конструкций, начали активно создаваться здания и инженерные сооружения с использованием железобетона. Особенно интенсивно металлические конструкции применялись в строительстве промышленных зданий, сначала для перекрытия в виде ферм, а затем для создания общей каркасной системы всего здания (рис. 3 [8]).

Одним из первых жилых домов с железобетонным каркасом является дом в Париже, построенный в 1903 г. архитектором О. Перре [5] (рис. 4 [2]).

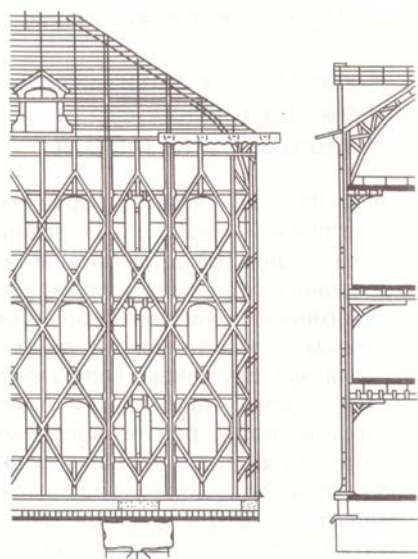


Рис. 3 Шоколадная фабрика Менье (Франция), 1872 г. Схема металлического каркаса здания



Рис 4. Фасад жилого дома с железобетонным каркасом (улица Франклина в Париже), 1903 г.

Большая практика работы с металлическим каркасом было той основой, на которой началось строительство первых небоскребов.

Наибольшего размаха высотное строительство достигло в США. Металлический каркас используется при строительстве многоэтажных торговых и административных зданий. Архитектор Уильям ле Барон Дженней был первым, кто использовал стальной каркас, поддерживающий стены и огромный вес здания. Он спроектировал первый небоскреб – здание страховой компании «Хоум Иншуренс Компани» высотой 42 метра (1883–1885) [7], оно имело 10 этажей. Снаружи здание было выложено кирпичом.

Применение стальных каркасов привело к увеличению высоты сооружений и их внутреннего объема. Но выше трехсот метров стальной скелет уже не так устойчив. Новое инженерное решение предложил американский инженер-строитель Фазлур Хан, он придумал инновационную конструкцию – «несущую трубу». Он решил использовать колонны по периметру, соединив их с мощной

сердцевиной здания. По этой технологии были построены 109-этажный офис фирмы Сирс и Робак (рис. 5 [5]), 100-этажное здание Хэнкок центра (рис. 6 [7]).



Рис. 5 Офис фирмы Сирс и Робак (Чикаго, США), 1974 г.

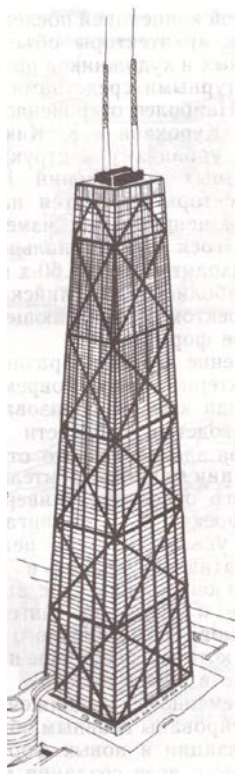


Рис. 6 Хэнкок центр (Чикаго, США), 1969 г.



Рис. 7 Офис фирмы Свисс Ре (Лондон, Великобритания), 2005 г.

Сегодня в основе всех современных небоскребов лежит идея «поддерживаемого ядра», по сторонам которого располагаются треугольные опоры. Ядро представляет собой железобетонную вертикальную основу здания с большой толщиной стен, вокруг ядра до наружного периметра расположены этажи полезной площади. В качестве примера можно указать 40-этажный офис фирмы Свисс Ре в Лондоне, конструкция которого выполнена в виде сетчатой оболочки с центральным опорным основанием (рис. 7 [5]).

Устойчивость таких многоэтажных сооружений обеспечивается не только системой опор, но и наличием технологий, обеспечивающих защиту зданий от колебаний почвы и воздействия ветра. Для гашения колебаний используют

демпферы, установленные на верхних этажах. Применение таких технологий дает возможность возведения небоскребов невероятной высоты в различных местностях, несмотря на климатические условия и сейсмическую активность в некоторых странах.

Появившаяся на рубеже 20 и 21 веков методика компьютерного проектирования способствовала повышению вариантности архитектурного оформления зданий, снижению трудоемкости графических и расчетных работ [5]. Сейчас такие многоэтажные сооружения строятся по всему миру и привлекают внимание не только высотой, но и необычностью форм.

### **Библиографический список:**

1. Всеобщая история архитектуры в 12 т. Том 1: Архитектура древнего мира. 2-е изд., испр. и доп. / Под ред. О. Х. Халпахчьяна, Е. Д. Квитницкой, В. В. Павлова, М. М. Прибытковой. – М.: Издательство литературы по строительству, 1970. – 512 с.
2. Всеобщая история архитектуры в 12 т. Том 10: Архитектура 19 – начала 20 вв. / Под ред. С. О. Хан-Магомедова, П. Н. Максимова, Ю. Ю. Савицкого. – М.: Издательство литературы по строительству, 1972. – 592 с.
3. Коуэн Г. Дж. Мастера строительного искусства: История проектирования сооружений и среды обитания со времен Древнего Египта до 19 века / Пер. с англ. Д.Г. Копелянского; Под. Ред. Л.Ш. Килимника. – М.: Стройиздат, 1982. – 240 с.
4. Кочетов В.А. Римский бетон / В.А. Кочетов. – М.: Стройиздат, 1991. – 111 с.
5. Маклакова Т.Г. История архитектуры и строительной техники. Том 2. Современная архитектура: Научное издание / Т.Г. Маклакова. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 372 с.
6. Сергеенко М.Е. Жизнь Древнего Рима / М.Е. Сергеенко. – СПб.: Летний Сад, 2000. – 368 с.
7. Станькова Я., Пехар И. Тысячелетнее развитие архитектуры / Пер. с чеш. В.К. Иванова; под. ред. В.Л. Глазычева. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 296 с.
8. Ткачев В.Н. История архитектуры: Учеб. для архит. строит. техникумов. / В.Н. Ткачев. – М.: Высшая школа, 1987. – 271 с.

*Оригинальность 92%*