

Д.Н.ЗВОРЫКИН

---

РАЗВИТИЕ  
СТРОИТЕЛЬНОЙ  
НАУКИ  
В СССР

---

Д. Н. ЗВОРЫКИН

---

# РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ В СССР



МОСКВА  
СТРОЙИЗДАТ  
1981

**Зворыкин Д. Н.** Развитие строительной науки в СССР — М.: Стройиздат, 1981 — 293 с. ил

*Даны исторический обзор и комплексный анализ основных этапов развития строительной науки. Показаны особенности и успехи советской строительной школы в области градостроительства, производственного строительства, создания новых строительных конструкций и материалов, совершенствования системы управления и экономики строительства. Изложены основные направления развития научно-исследовательских работ в строительстве.*

*Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников.*

*Табл. 1, ил. 46, список лит.: 60 назв.*

Строительная наука в нашей стране, как и в большинстве других направлений прикладных исследовательских и экспериментальных работ, наибольшее свое развитие получила в годы Советской власти. Это и естественно, так как история человечества не знает другого периода, когда наука развивалась бы столь же стремительно, оказывала на жизнь людей, на жизнь общества в целом такое сильное и непосредственное воздействие. С победой социализма в нашей стране создана теснейшая связь науки с практикой.

На современном этапе научно-технического прогресса наука стала той основой, без которой практически не может успешно развиваться ни одна отрасль производства, в том числе и строительство. Ныне все более зримо воплощается в реальность предвидение Маркса — наука превращается в непосредственную производительную силу общества. Идеи, рождаемые в научно-исследовательских институтах и лабораториях, становятся мощными катализаторами технического прогресса, вызывая к жизни новые типы зданий и сооружений, конструкций и материалов, прогрессивные формы организации и механизации строительного производства.

В нашей стране развитию науки придается особо важное значение. В Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы, утвержденных XXV съездом КПСС, в частности, отмечено: «Основной задачей советской науки является дальнейшее расширение и углубление исследований закономерностей природы и общества». Одновременно указано на необходимость «сосредоточить внимание ученых на важнейших проблемах научно-технического и социального прогресса, от решения которых в наибольшей степени зависит успешное развитие экономики, культуры и самой науки. Предусмотреть дальнейшее развитие исследований, открывающих принципиально новые пути и возможности для преобразования производительных сил страны, создания техники и технологии будущего»<sup>1</sup>.

Любая отрасль науки развивается по закону «асимптоты» — сперва происходит бурное нарастание процесса познания, а затем его затухание с переходом к последующему качественному скачку.

Изучение этого процесса, исследование этапов развития отдельно взятой отрасли науки заслуживают особого внимания.

Домарксовская историческая наука в лучшем случае давала, по выражению В. И. Ленина, накопление сырых фактов, отрывочно набранных, и изображение лишь отдельных сторон исто-

---

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976, с. 213.

рического процесса. Она не умела отличать существенные исторические явления от второстепенных и случайных, не могла раскрывать объективную материальную основу и закономерности исторического процесса, а поэтому скатывалась при анализе исторических событий к субъективизму, идеализму.

Современная буржуазная историческая наука также лишена научной концепции исторического прогресса. Обычно она сводится к простой регистрации фактов и перечислению событий, недостаточно проработанных теоретически.

Методической основой нашей исторической науки является диалектический и исторический материализм.

В этом состоит сила и преимущество нашей исторической науки перед буржуазной.

Проблемы, исследуемые в предлагаемой работе, рассмотрены автором в развитии на основе марксистско-диалектического метода.

В. И. Ленин в письме известной революционерке Инессе Арманд в 1916 г. следующим образом характеризовал этот метод: «Весь дух марксизма, вся его система требует, чтобы каждое положение рассматривать лишь ( $\alpha$ ) исторически; ( $\beta$ ) лишь в связи с другими; ( $\gamma$ ) лишь в связи с конкретным опытом истории»<sup>1</sup>.

Значимость предмета истории науки отмечают крупнейшие ученые современности.

«Для того чтобы до конца понять значение науки и техники на современном этапе глубочайшей научно-технической революции во всех областях жизни и деятельности человечества, необходимо последовательно изучать и знать историю борьбы человека с природой, историю его открытий и изобретений, историю его побед и торжества над слепыми силами природы». Это справедливое определение принадлежит академику И. И. Артоболовскому.

Академик И. П. Бардин в предисловии к книге Льва Гумилевского «Русские инженеры» писал: «История науки внушает веру в мощь человеческого разума, в силу знания, в преодолимость трудностей, в безграничные возможности человека. Сообщая знания в том самом виде, как они впервые были получены, история науки и техники показывает приемы работы и ход творческой мысли, учит смелости и инициативе, воспитывает чувство нового и побуждает к действию».

Прикладная строительная наука родилась, а в последующем непрерывно обогащается на основе общетеоретических исследований, проводимых учеными в области таких фундаментальных наук, как физика, химия, математика, естествознание.

Не менее важным источником для развития строительной науки является многовековой опыт человечества в области воз-

---

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 49, с. 329.

ведения зданий и сооружений различного назначения. Поэтому в данной работе изложен начальный период развития строительной техники, обобщен опыт, накопленный человечеством к моменту возникновения социальных условий и потребности практики строительства в получении четких обобщенных и экспериментально проверенных рекомендаций и возможности проведения предварительных теоретических инженерных и экономических расчетов.

В книге достаточно подробно характеризуется роль крупнейших русских ученых М. В. Ломоносова, И. П. Кулибина, М. С. Волкова, Д. И. Журавского, Н. А. Белелюбского, Ф. С. Ясинского, В. Г. Шухова, Н. Н. Бенардоса, И. Г. Славянова, а также западных ученых Галилея, Гука, братьев Бернулли, Кулона, Эйлера, Навье, заложивших основы строительной науки в XVII—XIX вв.

До настоящего времени создавались в основном труды, охватывающие вопросы истории — строительной техники, архитектуры, развития научно-исследовательских работ по отдельным проблемам строительства. К ним относятся работы С. П. Тимошенко «История науки о сопротивлении материалов», С. А. Бернштейна «Очерки по истории строительной механики», М. Г. Милославского «История строительной техники и архитектуры», труды Института истории естествознания и техники Академии наук СССР (т. 7 «История строительной науки и техники»), «Очерки истории строительной техники России XIX — начала XX в. Научно-исследовательского института теории и истории архитектуры и строительной техники, и ряд других произведений.

В работе сделана попытка дать комплексный анализ основных этапов развития строительной науки по основным ее направлениям и в первую очередь в годы Советской власти.

Рассматриваются четыре периода развития, а именно: создание советской строительной науки и ее роль в восстановлении и развитии народного хозяйства в годы первых пятилеток (1917—1941 гг.);

ведущая роль строительной науки в индустриализации капитального строительства (1941—1970 гг.);

современное состояние развития строительной науки и ее связь с практикой (1970—1980 гг.);

основные направления развития строительной науки на перспективный период (до 1990 г.).

Дан анализ организационного развития строительной науки от формирования первых научно-исследовательских институтов в 1918 г. до создания широко развитой по всей стране сети институтов, их филиалов, а также специализированных лабораторий вузов, работающих в области строительства, строительных материалов, строительного и дорожного машиностроения.

Освещены передовые идеи советских ученых Е. О. Патона,

А. Ф. Лолейта, Н. А. Стрелецкого, В. З. Власова, Н. М. Герсевича и др., поднявших уровень отечественных исследований до мирового значения в области строительной механики, конструктивных решений, сварочного дела, фундаментостроения, унификации и типизации зданий, сооружений и их элементов и т. д.

На основе действующей системы планирования, координации и финансирования исследовательских и опытно-конструкторских работ показано современное развитие научно-исследовательских работ в области строительства. Отражена связь отраслевой науки с фундаментальными исследованиями в области классических дисциплин и разработкой межотраслевых проблем. Обобщен опыт институтов в области внедрения своих разработок в практику проектирования и строительства.

Заключительная часть книги посвящена характеристике основных направлений повышения технического уровня строительства и задачам, стоящим перед строительной наукой. Изложены важнейшие проблемы научно-исследовательских работ на перспективу, комплексные целевые программы, их решения, ожидаемые результаты и их технико-экономическая эффективность.

Успешная разработка важнейших проблем будет сопровождаться совершенствованием организационных форм и методов научно-исследовательских работ, развитием материально-технической базы и подготовки кадров высшей квалификации научно-исследовательских институтов в предстоящий период.

При подготовке книги кроме литературных источников широко использован фактический материал головных научно-исследовательских институтов: ЦНИИСК им. Кучеренко, НИИЖБа, НИИОСП им. Герсевича, НИИСФ, ЦНИИОМТП, НИИЭСа, НИИСКА, ЦНИПИАСС, ЦНИИпромзданий, ВНИИ ВОДГЕО, ЦНИИЭП жилища, ЦНИИЭП градостроительства и др. Кроме этого, использованы неопубликованные материалы, любезно предоставленные автору отдельными учеными и организациями, которым автор приносит глубокую благодарность.

# ПЕРВЫЕ ШАГИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ

## 1. ЗАРОЖДЕНИЕ НАУКИ В НЕДРАХ ПРАКТИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Наука как особая область деятельности человека стала возможной только на основе глубокого разделения труда на высших стадиях развития человеческого общества. Ф. Энгельс отмечал, что «создание искусств и наук — все это было возможно лишь при помощи усиленного разделения труда, имевшего своей основой крупное разделение труда между массой, занятой простым физическим трудом, и немногими привилегированными, которые руководят работами, занимаются торговлей, государственным делами, а позднее также наукой и искусством. Простейшей, совершенно стихийно сложившейся формой этого разделения труда и было именно рабство»<sup>1</sup>.

На протяжении всей истории своего развития поколение за поколением человечество сначала очень медленно, а затем все быстрее и быстрее, подчиняя силы природы, создавало орудия и средства производства материальных благ для удовлетворения непрерывно возрастающих физических и моральных потребностей.

История техники вскрывает связь между техникой и наукой и показывает, как под влиянием практических потребностей формируются научные положения и как затем наука создает необходимые условия для интенсивного развития техники.

Для того чтобы проследить зарождение строительной науки, необходимо рассмотреть основные этапы совершенствования строительной техники, которое происходило на всех стадиях возникновения и развития человеческого общества.

Термин «техника» происходит от греческого слова техне — искусство или мастерство, слово техникос означает — владеющий искусством. Вначале это было индивидуальным искусством в области приемов, методов, рецептов, передаваемых от поколения к поколению, порой даже в пределах одного рода или семьи.

В основу изложения истории строительной техники правильной всего закладывать периодизацию по общественно-экономическим формациям. Такая периодизация соответствует высказыванию К. Маркса о том, что «экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем как производится, какими сред-

<sup>1</sup> Энгельс Ф. Анти-Дюринг. М., Политиздат, 1961, с. 170.

ствами труда»<sup>1</sup>. Действительно, на всех этапах развития человечество создавало здания и сооружения, но техника их возведения и исходный материал были различны, хотя и имели много общего для нескольких, а порой и для всех формаций человеческого общества.

Пользуясь общепринятой периодизацией по видам общественного строя, развитие строительной науки и техники можно условно охарактеризовать следующим образом.

**Первобытно-общинный строй** — постепенное накопление производственного опыта, простейшие орудия труда, приспособление природных явлений (пещеры, ямы) и примитивные сооружения для жилья.

**Рабовладельческий способ производства** — накопление производственного опыта и первые попытки его обобщения, элементарные приспособления при массовом использовании физической силы, создание монументальных зданий и сооружений, чаще всего символизирующих власть и богатство, простейшие постройки массового потребления.

**Феодалный способ производства** — обобщение производственного опыта, появление первых теоретических трудов, простейшие классические механизмы, приводимые в действие человеком и силами природы, возведение уникальных и повторяющихся однотипных зданий и сооружений культурно-бытового и производственного назначения.

**Капиталистический способ производства** — объединение науки с практикой строительства, применение машин и механизмов с естественными и искусственными источниками энергии для их привода, постепенное расширение строительства однотипных зданий и сооружений.

**Социалистический способ производства** — превращение науки в непосредственную производительную силу общества, вытеснение ручных процессов механизированными, повышенные требования к условиям труда и отдыха человека, унификация и типизация зданий и сооружений, возводимых индустриальными методами.

## ПЕРВОБЫТНО-ОБЩИННЫЙ СТРОЙ

По последним данным, история человека насчитывает более 2 млн. лет. Первый шаг на пути перехода от обезьяны к человеку произошел в начале нынешнего, четвертичного периода в истории Земли и заключался в том, что обезьяна спустилась с дерева и стала наземным животным.

Вторым решающим шагом на пути становления человека является сознательное изготовление себе первого искусственного орудия. По выражению Энгельса «труд создал самого человека».

---

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Избранные письма. М., Госполитиздат, 1955, с. 23.

На более позднем этапе развития возникает первобытное человеческое общество, производительные силы которого находились на крайне низком уровне. Именно это вынуждает людей сообща собирать плоды природы, ловить рыбу, охотиться, строить себе жилища. Единственным источником знания человека становится приобретенный в труде опыт, который совершенствуется в течение многих тысячелетий.

Так, например, занимаясь земледелием, человек знакомится с глиной, которой он начинает обмазывать стенки жилища, а затем превращать ее в основной материал для создания жилищ и других построек. Позднее получил распространение кирпич-сырец, а затем плоский обожженный кирпич. Этот процесс познания (от свойств сырой глины до современного понимания физических и химических явлений, происходящих при обжиге глины) датируется многими тысячелетиями.

**ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ  
СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПЕРВОБЫТНО-ОБЩИННОГО  
СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА**

| Период развития  | Дата, тыс. лет до н. э. | Общественный строй | Орудие труда                       | Тип построек                                |
|------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| Древний палеолит | 2000—40                 | Первобытное стадо  | Появление простейших орудий        | Приспособление пещер, ям для жилья          |
| Поздний палеолит | 40—12                   | Матриархат         | Накопление простейших орудий       | Навесы, заслоны, землянки и др.             |
| Мезолит          | 12—7                    | »                  | То же                              | То же                                       |
| Неолит           | 7—4                     | »                  | »                                  | Землянки, свайные постройки                 |
| Энеолит          | 4—3                     | Патриархат         | Появление некоторых приспособлений | Появление глинобитных и деревянных построек |

На первом этапе строительство было связано прежде всего с созданием жилища — сооружения, охраняющего человека от ветра (заслон-забор), дождя (навес), холода (замкнутое помещение) и т. д. В последующем, с возникновением охоты, а затем земледелия (эпоха варварства), у человека возникает потребность в охране своих угодий от других племен и непонятных сил природы. Появляются сооружения, имеющие оборонное и культовое назначение. Для защиты своих поселений от нашествия соседей создаются рвы, завалы и значительно позже — стены. Для культовых целей: сначала для совершения погребальных обрядов сооружаются каменные гробницы (дольмены), а затем для жертвоприношений создаются примитивные сооружения в виде вертикальных каменных столбов (менгиры, кромлехи).

Постепенно первобытный человек накапливает опыт и вырабатывает традиционные приемы — это грубая оковка камня и

укладка его в стены, обработка дерева и создание из него стоечно-каркасных сооружений с заполнением ветвями, а затем рубленых бревенчатых стен и шатровых крыш.

Переходя последовательно из пещеры в землянку, а затем в полуземлянку, в бревенчатый дом и свайные постройки, человек постепенно начинает вкрапывать в строительство камень.

Значительно позже, примерно около 2000—1200 гг. до н. э., стены часто выкладывались из хорошо отесанных блоков камней до 2 м длины и до 1 м толщины.

## РАБОВЛАДЕЛЬЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

В рабовладельческом обществе человек постепенно начинает заботиться не только о прочности и целесообразности своих сооружений, но и о их красоте, а по выражению К. Маркса, «формирует также и по законам красоты». Другими словами, появляются элементы архитектуры как искусства. Ф. Энгельс констатировал, что архитектура появилась на высшей ступени варварства.

Классовое рабовладельческое общество складывается в конце IV тысячелетия до н. э. в странах Древнего Востока, к которым относятся Египет, Шумер, Вавилония, Ассирия, Индия, Китай.

Развитие строительной техники и архитектуры рабовладельческого общества можно разделить на три периода:

начальный период (III тысячелетие до н. э.—VIII в. до н. э.) — Древний Египет;

средний период (VIII в. до III в. до н. э.) — Древняя Греция;

поздний период (V в. до н. э.—IV в. н. э.) — Древний Рим.

Уровень развития строительной техники и архитектуры зданий отражает уровень экономического и культурного развития общества каждого периода.

В Древнем Египте, где раньше всего сложилось рабовладельческое общество, наличие сотен тысяч работ позволило организовать выполнение чрезвычайно трудоемких каменных работ, которые и явились основной базой для развития строительства. Для этого периода характерна предельно лаконичная художественная композиция огромных массивных сооружений, чаще всего символического характера. Древние египтяне построили в Гизе в начале III тысячелетия до н. э. пирамиду Хеопса, которая имеет в основании квадрат со стороной 233 м и высоту 146 м. Объем каменной кладки пирамиды составляет 2 521 000 м<sup>3</sup>. От пирамиды к Нилу построена дорога в виде огромной каменной стены длиной 750 м, высотой 17 и толщиной 21 м.

Практически пирамида Хеопса служила усыпальницей фараону.

При первых попытках заняться строительством люди столкнулись с необходимостью знать свойства применяемых материалов и в первую очередь их прочностные качества. Основными

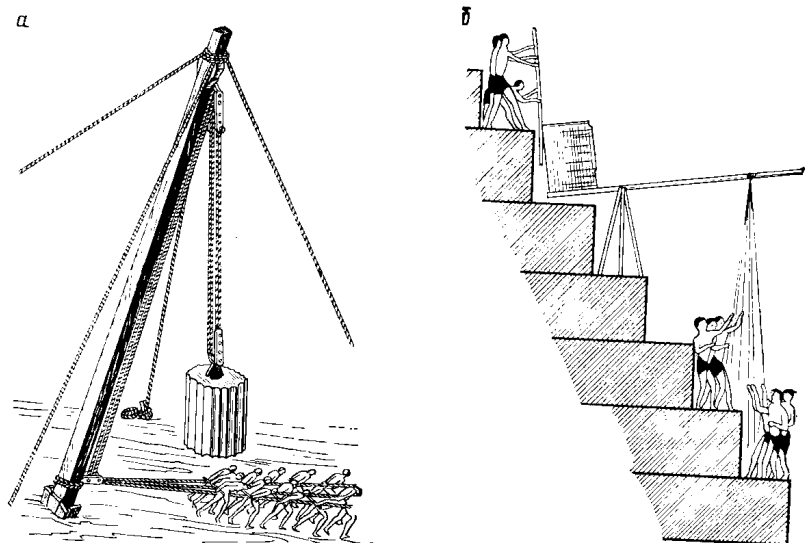


Рис. 1. Подъемные приспособления и механизмы в древности

строительными материалами с древнейших времен являлись земля (песок, глина, камень) и дерево. По всей видимости, уже в Древнем Египте строители знали некоторые зависимости между видом материала и размерами отдельных частей зданий (балки, плиты, колонны).

Основным конструктивным решением при сооружении монументальных храмов и дворцов в Древнем Египте являлась балочно-стоечная конструкция. Египтяне первыми создали тип многопролетного здания с многочисленными каменными колоннами и каменным потолком — гипостиль<sup>1</sup>. Ни в одной стране древнего мира не возводились здания со столь крупными каменными колоннами и перекрытиями. Монументальные входы в храмы и дворцы, как правило, имели симметричную композицию.

Циклопические стены и пилоны, а также исполинские скульптуры фараонов явно рассчитаны на то, чтобы подавить воображение посетителя, вызвать у него священный трепет, преклонение перед могуществом власти фараона, бывшего одновременно верховным жрецом.

В строительстве жилых и хозяйственных зданий начинают применяться сводчатые каменные перекрытия и кирпичные стены. С возникновением во II тысячелетии до н. э. медеплавильного и стекольного производства в дворцовом строительстве используются бронза и стекло для украшения помещений.

Основная масса населения (землепашцы и рабы) строили себе примитивные жилища, выкладываемые из кирпича-сырца

<sup>1</sup> Гипостиль — потолочная каменная плита, опирающаяся на несколько колонн.

по лежням на выровненной площадке. Покрытия устраивались по балкам с накатом, который обмазывался илом. Крыши таких жилищ были соломенные.

Средний период рабовладельческого общества прежде всего относится к истории Древней Греции, где были созданы архитектурные сооружения так называемого классического периода (V—IV в. до н. э.). Широко используя опыт строительства ранних эпох и освободившись от восточного деспотизма, древнегреческие строители в указанный период значительно превзошли другие народы и подняли архитектуру на новую ступень искусства.

Античные греческие постройки в течение многих веков принимались за образец, а сохранившиеся до наших дней здания поражают своей красотой, гармонической соразмерностью частей, пластичностью и художественной завершенностью.

Наиболее характерным сооружением древнегреческой архитектуры было здание с колоннадой, опоясывающей его, фронтоном и двускатной кровлей. Основным строительным материалом являлся камень. Большое значение придавалось взаимосвязи между размерами колонн, расстоянию между ними и размерам архитрава<sup>1</sup>, а также орнаментам, украшавшим все части зданий, и украшению колонн изящными капителями.

Греческими архитекторами созданы художественные варианты колонн и архитравных покрытий, которые называются ордерами: дорический, ионический и коринфский.

Крупнейшим и самым красивым зданием Древней Греции заслуженно считается храм Афины Парфенон, построенный в 447—438 гг. до н. э. в Афинском акрополе архитекторами Иктином и Калликратом. Это прямоугольное в плане сооружение воз-

---

<sup>1</sup> Архитрав — несущая, художественно оформленная балка.

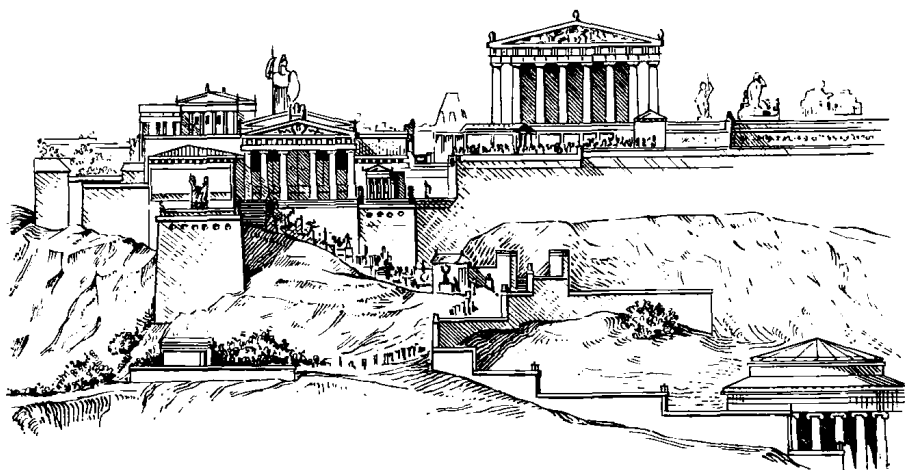


Рис. 2. Афинский акрополь. Парфенон, Древняя Греция (447—438 гг. до н. э.)

вышается на стилобате, имеющем три уступа. С торцевой стороны этого здания размещено 8 колонн дорического ордера и по 17 колонн с боковых сторон. Общая высота здания составляет 13,5 м и имеет размер в плане 30,8×67,8 м.

Парфенон построен из мрамора и был украшен многочисленными скульптурами. Внутри храма стояла скульптура богини Афины, выполненная знаменитым скульптором античности Фидием.

История Древней Греции характеризуется бурным развитием различных направлений науки и искусства. До наших дней дошли имена таких ученых, как Гераклид, Гермоген, Архимед.

В области строительства одним из наиболее ранних известных нам ученых можно считать Гермогена (III—II вв. до н. э.) — древнегреческого архитектора и теоретика архитектуры, который работал в Малой Азии. Ему свойственна вольная трактовка классической системы архитектурных ордеров, которая особенно ярко проявилась в свободном расположении колонн храма Артемиды в Магнесии. Современники свидетельствуют, что Гермоген создал трактаты, в которых описал свою систему. Однако эти произведения не дошли до нас в подлинном виде, а упоминание о них мы находим в трудах более позднего периода.

Одним из первых ученых Древней Греции, изучавших свойства материалов, можно считать Архимеда (287—212 гг. до н. э.), который создал статику, лежащую в основе механики материалов. Архимед доказал условия равновесия рычага и разработал методы отношения центра тяжести тел.

В классический период древнегреческими строителями создаются основные принципы градостроительства. В качестве обязательной была введена регулярная схема планировки городов, предложенная архитектором Гипподаном. Использовались особенности рельефа местности. Наиболее важные сооружения рекомендовалось строить на возвышенностях, с целью подчеркнуть их значение. Планировка города основывалась на перпендикулярно осевой сетке жилых кварталов. Окраина, как правило, застраивалась жилыми домами для бедноты и ремесленников.

Строительство в поздний период рабовладельческого общества связано с историей Древнего Рима.

Одной из характерных черт строительства этого периода является применение арок для сооружения стен и акведуков.

Непрерывный ряд арок, покоящихся на столбах или колоннах, образовывал аркады. Римляне создали одно-, двух- и многоэтажные аркады. Этот конструктивный принцип был значительным шагом в развитии строительной техники и позволял создавать такие сложные строительные сооружения, как величественные храмы, термы (общественные бани), амфитеатры, акведуки (водопровод) и т. д.

Величайшим сооружением древности считается Пантеон (место погребения выдающихся деятелей Римской империи),

строительство которого было закончено в 125 г. н. э. Это круглое в плане здание перекрыто полусферическим куполом с внутренним диаметром 43,5 м и высотой 42,7 м. Купол сооружен из кирпича с бетонным заполнением. Центральная часть выполнена из легкого бетона с туфовым заполнителем, а верх — из легчайшей пемзы.

Долгий период купол Пантеона являлся шедевром строительной техники и только в XIX—XX вв. был превзойден по размерам перекрываемого пролета.

Другое уникальное сооружение Древнего Рима — Колизей, являющийся крупнейшим зрелищным сооружением. Оно было заложено в 65 г. н. э. и примерно за 5 лет доведено до высоты трех этажей. Наружные стены нижних этажей выложены из прочного тривертина, верхний — из туфа, а в четвертом, последнем, этаже применен кирпич. Арочные своды галерей выполнены из бетона. Колизей вмещал до 50 тыс. зрителей и имел длину большей оси 186 м и высоту трибун 48,5 м.

До настоящего времени сохранились остатки римского водопровода в виде акведуков, которые имели длину до 10 км и высоту до 50 м. Вода по каналам, располагаемым в верхней части акведука, текла самотеком.

Сооружения Древнего Рима в полной мере можно считать вершиной архитектуры и строительной техники рабовладельческого строя. Создание купольных и арочных конструктивных схем, широкое использование бетона, в том числе легкого, на основе высокопрочного вяжущего пуццоланового цемента, глубокое понимание эстетики архитектурных форм можно считать главными завоеваниями человечества в развитии строительного дела в ту эпоху. Однако сравнение древних сооружений с более поздними говорит о том, что римляне еще не владели достаточными знаниями свойств материалов, а их сооружения имели значительные запасы прочности.

В эпоху рабовладельческого строя появляются первые попытки обобщения накопленного практического опыта. Так, в Древней Греции существовало четкое подразделение древесины по ее твердости, по способности выносить горизонтальную и вертикальную нагрузки.

Римский архитектор Аполладор создал ряд строительных правил, в том числе о сборных деревянных осадных сооружениях. В описании конструкции этих сооружений говорится о том, что они должны иметь малый вес, быть жесткими, трудносгораемыми, могли быть легко собраны и разобраны. По-видимому, в этом описании была высказана впервые смелая инженерная идея о сборности зданий и сооружений<sup>1</sup>.

Хотя гашеная известь была открыта человеком около 4 тыс. лет до н. э., однако массовое применение ее для приготовления

---

<sup>1</sup> Милославский М. Г. История строительной техники и архитектуры. М., Стройиздат, 1975.

бетона начато римлянами. Именно они дали описание технологии бетонных работ, которая заключалась в следующем: свежая обожженная в печах известь гасилась и смешивалась с инертными добавками. Затем теплую известь, тщательно перемешанную в виде раствора, наливали на уложенные камни и уплотняли бетон трамбовкой. После окончания бетонирования конструкция засыпалась слоем земли в 40—60 см и выдерживалась 1—2 года. Это обеспечивало очень высокую твердость бетона.

В Древнем Риме, так же как и в Древней Греции, процветают наука и искусство.

В области строительства и архитектуры крупнейшим ученым древности считается Витрувий (конец I в. до н. э.) — выдающийся римский архитектор и военный инженер, основной заслугой которого является создание единственного дошедшего до нас литературного труда «Десять книг об архитектуре».

В своем труде Витрувий собрал более ранние (в основном греческие) суждения об архитектуре и строительстве. В вопросах теории архитектуры и особенно в учении об ордере он опирался на не дошедшие до нас и только благодаря Витрувию сохранные трактаты эллинистических зодчих, в частности Гермогена и римского архитектора Варрона.

В вопросах теории механики Витрувий по всей видимости использовал труды александрийского ученого Ктесибия, в вопросах метеорологии — сочинения родосского ученого (II—I вв. до н. э.) Посидония, в вопросах астрономии — Гераклида Понтийского.

Труд «Десять книг об архитектуре» охватывает широкий круг вопросов и является энциклопедическим произведением. В нем рассмотрены основные категории архитектурной эстетики, строительство городов и крепостных сооружений (книга I); строительные материалы (книга II); храмы и теория архитектурных ордеров (книги III и VI); отделочные работы (книга VII); вода и ее свойства, акведуки (книга VIII); астрономия, солнечные и водяные часы (книга IX) и основы механики, машины и механизмы (книга X).

Много внимания Витрувий уделяет вопросу выбора места постройки городов, которое должно обосновываться климатическими, топографическими и гигиеническими соображениями. Подробно описываются такие строительные материалы, как сырцовый кирпич, песок, известь, пуццолан, камень, строевой лес. Много внимания уделяется вопросам каменной кладки, отделочным работам, в том числе стенной живописи и приготовлению искусственных красок.

Произведение искусства, по Витрувию, должно отвечать требованиям красоты, прочности и пользы. Здание по композиции должно иметь единство и соразмерность частей; отвечать законам зрительного восприятия, образной выразительности, разумного использования средств.

Трактат Марка Витрувия представляет большую ценность для истории строительной науки и техники.

Таким образом, возникли первые попытки научного анализа и обобщения опыта, накопленного многими поколениями строителей. Без рассмотрения этих попыток трудно себе представить путь, пройденный современной строительной наукой от истоков своего зарождения до современного этапа.

В эпоху рабовладельческого общества основная масса строительных работ выполнялась рабами, которые довольно быстро с помощью весьма примитивных ручных механизмов (рычаги, блоки, лебедки, винтовые приспособления и т. д.) производили гигантские работы по сооружению гробниц (пирамид), дорог, акведуков, терм, крепостей и других сооружений.

Одной из основных особенностей организации строительного производства в рабовладельческом мире явилась узкая специализация работников, используемых в строительстве. Так, в Древнем Египте закон запрещал ремесленникам заниматься разными ремеслами.

В эпоху рабовладельческого общества были созданы основополагающие принципы архитектуры и строительной техники. Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге» говорит о значении культуры Древней Греции и Рима: «Без рабства не было бы греческого государства... А без основания, заложенного Грецией и Римом, не было бы и современной Европы».

## ФЕОДАЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО

Развитие производительных сил в феодальных крайне раздробленных странах, сложившихся в V в. н. э., проходило очень медленно. Многие достижения строителей предыдущей эпохи были утрачены в силу малых экономических возможностей мелких феодальных хозяйств. Постепенно было забыто применение цемента и других гидравлических вяжущих для получения бетона, разрушены римские водопроводы и термы. В новых экономических условиях начали создаваться свои строительные приемы, конструктивные и архитектурные решения. Так, основным строительным материалом становится дерево. Это обуславливалось легкостью его обработки, небольшой численностью одновременно занятых на стройке людей и широким распространением лесных массивов на большей части территории Европы. Вместо огромных многотонных блоков, применявшихся египтянами и греками, для строительства в ранний феодальный период стали применяться мелкоштучный каменный материал и кирпич в качестве основного стенового материала.

Долгое время средневековье считалось эпохой беспросветного варварства. В XV—XVI вв. во времена возрождения культу-