



УДК 342.9(094):69

© *Е. В. Кравчук, В. А. Кравчук, 2013***ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ НОРМАТИВНЫХ И ПРАВОВЫХ
ОСНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
(XVIII В. ДО Н.Э. – XIX В.)**

Кравчук Е. В. - преподаватель кафедры «Правоведение»; *Кравчук В. А.* - д-р техн. наук, проф. кафедры «Строительные конструкции», тел.: (4212) 37-51-82, e-mail: Kravchuk@mail.ru (ТОГУ)

Проводится ретроспективный анализ формирования правил, юридических основ проектирования и строительства зданий и сооружений.

The historical analysis of formation of rules, legal basis of design and construction of buildings and structures is carried out in the article.

Ключевые слова: здания, сооружения, пролет, высота, ширина, купол, свод, арка, рабовладельческий, ранне- и позднефеодальный, капиталистический, социалистический строй, урочный реестр, нормы, правила, приказ, СНиП.

Историю строительства можно разделить на две части: первую, когда методы строительства были главным образом эмпирическими, и вторую, когда строительство базируется на технико-экономическом обосновании принятия решений, то есть предполагает комплексно – системный подход.

Предпринимаемая нами попытка охарактеризовать развитие строительства направлена на выявление процессов формирования нормативной базы, создание норм и правил в строительстве объектов различного назначения, обеспечивающих их высокую надежность. Помимо этого, целью исследования является история выработки актов юридического усмотрения, в результате непрерывного развития норм в обществе, а также применения мер превентивного характера за несоблюдение правил предписанных нормой права [1].

Две исторические части строительства, следует подразделить на составляющие элементы. В первой части, когда использовались эмпирические методы, выделим период: строительства в первобытном и рабовладельческом обществе, особенности строительства в феодальном обществе, период Возрождения, период Века просвещения и промышленной революции. Во второй части, следует учитывать период развития капиталистических основ в промышленности как предпосылки к интенсивному применению научных познаний в строительстве.

Выделение подобных составляющих элементов, это результат сложившегося в литературе системно – комплексного подхода, основанного на материалистическом понимании, описанного в работе Фридриха Энгельса «Происхождение семьи, частной собственности и государство» [2].

Строительство в первобытном и рабовладельческом обществе

Можно предположить, что вопросам качества строительных работ и, что особенно важно, юридической ответственности за работы, уделялось пристальное внимание. Массовое строительство сопровождалось строгим строительным уставом, древнейший из них вырезан на колонне, хранящейся в парижском Лувре. Этот кодекс был составлен в царствование Хаммурапи - царя Вавилона в XVIII в. до н.э.

Одна из надписей гласит: «если строитель построил дом для человека, и работа его не крепка, и дом, построенный им, обвалился и убил владельца, то строитель сей должен быть казнен» [3].

Римский архитектор Аполадор оставил после себя ряд строительных правил по возведению сборных деревянных осадных сооружений (башен). Эти сооружения, писал Аполадор, должны иметь ограниченное сечение и малый вес; конструкции башен должны быть такими, чтобы их могли построить любые рабочие, чтобы перевозка башен не вызывала затруднений, чтобы они были жесткими, трудно возгораемыми, чтобы их трудно было разрушить и легко разобрать» [4]. Это правило свидетельствует о том, что вопросы жесткости, надежности и сборности были основными, при соответствующем строительстве.

Одним из первых актов технического и правового регулирования при строительстве сооружений является трактат римского зодчего Марка Витрувия «Десять книг об архитектуре» (середина I в. до н.э.).

Труд охватывает широкий круг вопросов и является энциклопедическим произведением. В нем рассмотрены основные категории архитектурной эстетики, строительство городов и крепостных сооружений, строительные материалы, храмы и теория архитектурных ордеров, отделочные работы, вода и ее свойства, акведуки, основы механики, машины и механизмы [5].

Создаваемые правила технического регулирования в основном были направлены на обеспечение надежности сооружений. Вопросам экономии материалов внимание не уделялось.

Как известно, надежность (способность сооружения выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики, при определенных условиях эксплуатации, в установленный период) базируется на строгих математических расчетах из теории прочности материала, устойчивости, выносливости конструкции.

Самый ранний трактат «Механика», математически описывающий распределение усилий в элементах здания издан Архимедом в 212 г. до н.э. В работе определен центр тяжести простых тел и равновесие системы рычагов. Рассматривая работу двух весов на невесомом бруске Архимед доказал, что



уравновешивающие друг друга равноудаленные от подвеса грузы равны и что неравные грузы могут находиться в равновесии, лишь будучи расположены на неравных расстояниях, причем больший груз располагается на меньшем расстоянии. Он вычислил затем расстояния, при которых неравные грузы находятся в равновесии.

Таким образом, была создана основа статики сооружений. Принцип рычага, открытый Архимедом - древнейший вклад в современную строительную механику.

Тогда, почему же, эти гениальные выводы не была применима в практике строительства вплоть до 1586, когда был открыт параллелограмм сил? Ответ на этот вопрос мы найдем, если проанализируем отношение греков и римлян к труду рабов. Изобилие человеческой, мускульной энергии делало излишним применение механической силы. Другой причиной было разделение в обществе между аристократом-философом и строителем, выполнявшим физическую работу. Достойным занятием аристократа были игры, сражения и демонстрация физической силы, но отнюдь не труд собственными руками. Вот почему ученые изобретали остроумные игрушки, а не полезные машины (исключением является катапульта Архимеда, применение которой позволило долгое время выдерживать осаду Сиракуз римским флотом в 212 г. до н.э.).

Обеспечение надежности зданий и сооружений в рабовладельческий и раннефеодальный период в наиболее развитых странах (Античной Греции и Римской империи) достигалось увеличением массы каменной, кирпичной кладки или толщиной бетонных стен и, таким образом, снижением в конструкциях внутренних усилий.

Военные сооружения, выполняемые рабами, были прочны, поскольку за их надежность рабы платили своей жизнью.

Здания общественного назначения, в основном культового, сооружались под руководством служителей культа, выполняющих роль архитекторов. В силу этого обстоятельства вопрос о юридической ответственности за качество и надежность строящихся и построенных сооружений лежал на их вере и убежденности в их правоте. Под их руководством построены уникальные по своему архитектурному решению спортивные, зрелищные и культовые сооружения - пирамида Хеопса, построенная в Гизе (2720-2560 гг. до н.э.), храм Амона (1450-1400 гг. до н.э.), храм Афины Парфенон (архитекторы Иктин и Колликрит, 447-434 гг. до н.э.), Римский Пантеон (125 г. н.э.), крупнейший амфитеатр Древнего Рима Колизей и др.

Рабовладельческий строй пал, поскольку не был способным обеспечить рост производительных сил в условиях раздробленных феодальных хозяйств, сложившихся в V в.н.э. В большой степени этому способствовало падение Римской империи. При этом были забыты прогрессивные, по тем временам, приемы строительства, эффективные строительные материалы (цемент и гидравлические вяжущие для получения бетона). Возрождая античные традиции, европейские народы вырабатывали в новых экономических условиях свои

строительные приемы и конструкции, соответствующие местным потребностям и уровню развития производительных сил феодального общества.

Особенности строительства в феодальном обществе

Строительство в эпоху феодализма, как и более ранние эпохи, велось без научной теории и методов расчета конструкций. Однако же, при этом были построены крупнейшие купольные сооружения, после Пантеона, купол храма св. Софии в Константинополе (архитекторы Исидор и Анфимий, 532-537 гг.), Софийский собор в Киеве (1017-1037 гг.), Софийский собор в Новгороде (1045-1052 гг.), собор во Флоренции (архитектор Брунелеско, 1425 г.), Московский Успенский собор (архитектор А. Фиораванти, 1479 г.), собор св. Петра в Риме (60-е годы XVI в.), и др.

Что же касается инженерного обеспечения, то уровень античного Рима не достигнут ни в эпоху средневековья, ни в эпоху Возрождения.

Способы определения размеров конструкций не ясны, а информация по этому вопросу крайне отрывочна.

Причиной тому, низкая грамотность в обществе. Правитель Франции (примерно 1120 г.) Иоанн Безземельный вообще не умел писать. В связи с этим, было бы странным предполагать, что крупные постройки культовых и зрелищных сооружений XII в. строились без строгих строительных правил. Но этих правил нет в документах, характеризующих строительство в этот период.

Основным критерием того времени был критерий надежности сооружений, базирующийся на весе сооружения. Прочность материала, устойчивость отдельных элементов и сооружений в целом не учитывалась при строительстве.

Данный факт является подтверждением основополагающего утверждения строителей феодального общества – надежность зависит от массивности сооружения.

Поэтому, считаем справедливым утверждения Г. Дж. Коуэна [3] «средневековые зодчие консультировались с математиками, однако математики могли оказать помощь только в части геометрии построения плана или фасада, но не в определении габаритов конструкции».

Из этого следует очевидность существования и применение строительных правил, ибо из самого возведенного сооружения вытекает, что они существовали, хотя бы для определения допустимых соотношений между высотой и пролетом (длиной) конструкции. Подобные рекомендации должны были быть зафиксированы в строительных уставах. Такие правила были выработаны эмпирически, путем наблюдений, что давало основание утверждать о том, что одни размеры обеспечивают надежность, а другие габариты ассоциируются с обрушением или близким к ним катастрофическим ситуациям.

Очевидность этой информации не вызывает сомнения, а отсутствие её документирования, это результат скорее всего того, что такие практические рекомендации, рассматривались как ремесло, а не как наука. Поэтому в отличие от предыдущего рассматриваемого периода, подтвержденное работами Витрувия, письменные доказательства отсутствуют.



Другим возможным объяснением этого, является клятва о сохранении тайны, которую архитектор (мастер-каменщик) давал своей ложе. Вероятно, его посвящали в секреты правил зодчества при возведении в ранг мастера и запрещали сообщать их где-либо, кроме как на специальной церемонии в ложе, когда она пополнялась новым мастером.

Период Возрождения

Период возрождения XV-XVI в. характерен интенсивным развитием межгосударственных связей и торговлей. На основе этого происходило развитие и строительство зданий, портов, дорог, мостов и фортификационных сооружений.

Рассматривая этот период с позиции совершенствования конструктивных форм зданий, следует отметить, что наиболее значимый вклад в этот процесс внес Филиппо Брунеллески (1337-1446 гг.) своим Воспитательным домом (1421 г.) и сооружением купола собора Санта Мариа дель Фиоре во Флоренции (1420-1434 гг.).

К сожалению, осталось тайной, каким образом и на основании каких методов он осуществил расчет купола. Невозможно себе представить, что Брунеллески пришел к своему новаторскому решению исходя из теоретических предпосылок расчета арок. Даже родившийся на 75 лет позже Леонардо да Винчи не пытался решить задачу о напряженном состоянии куполов.

В этот период были заложены основы механики сооружений, однако только через три столетия эти научные достижения оказали заметное влияние на практику проектирования.

Большой вклад в развитие строительного дела внесли ученые эпохи Возрождения.

Леонардо да Винчи (1452-1519 гг.) в своих схемах и рисунках впервые в истории разработал и прокомментировал параллелограмм сил, являющийся совместно с Архимедовым принципом рычага основной для статики сооружений. Леонард изучал вопрос предела прочности арок и балок.

Вместе с тем, механика Леонарда да Винчи страдала отсутствием системности и соответствующей экспериментальной проверки и, не смотря на то, что его идеи обогатили эпоху, они не оказали влияние на развитие строительного дела.

Галилео Галилей (1564-1642 гг.) по сравнению с Леонардо да Винчи, оказал более существенное влияние на развитие строительной науки. Именно он является автором метода расчета строительных конструкций по предельным состояниям, являющегося основополагающим в строительной механике. Допуская принципиальную ошибку о местоположении нейтральной оси простейших фигур Галилей заложил правильную концепцию расчета балок при изгибе доказав, что несущая способность ее зависит от геометрических размеров и действующей нагрузки. Почти два столетия, до 1826 г., когда Навье установил понятие «нейтральная ось» формулой Галилея пользовались уче-

ные всего мира. Галилео Галилею принадлежит и первый вклад в теории подобия сооружений.

В эпоху Возрождения, появились первые письменные правила проектирования конструкций. Примером тому, установление соотношения между пролетом купола и его толщиной равной 10. Ширина фундамента под опорные узлы арок ребристых куполов должна быть равна проекции на горизонтальные стороны трапеции с тремя равными сторонами, вписанной в очертание купола (Франсуа Бромдель в «Курс архитектуры, 1675-1683 гг.).

Век просвещения и промышленная революция

Повсеместное строительство готических соборов в Европе требовало обоснованного определения внутренних усилий в арках различного очертания. Предпосылкой к этому является факт того, что в конце XVIII века теория строительной механики уже позволяла выполнять эту работу. Наличие научных достижений XV-XVIII вв., связанных с расчетом конструкций по предельным состояниям (Г.Галилей), допускаемым напряжениям (Л.Навье), продольной устойчивостью стержней (Л.Эйлер) строителями в расчет не принимались. Хотя в трудах ученых этой эпохи можно найти обоснование строительных норм: равнодействующая горизонтального усилия в арке и давления на стены от пригрузки (пинакли) не должна выходить за пределы одной трети от ширины стены. Впоследствии это правило было уточнено Хейменом [6]: «Если линия осевого усилия, находящегося в равновесии с внешними нагрузками, проходит полностью в теле кладки, то сооружение надежно».

Стремление ученых XVIII в. к познанию первопричин существующих проблем вызвало крупные изменения в различных отраслях науки, включая и механику сооружений. В 1716 г. во Франции был учрежден корпус «военных инженеров», а в 1747 г. первый технический университет - «Школа мостов и дорог». В 1795 г. основан Политехнический институт, в котором большое внимание уделялось изучению основ инженерно-строительного дела.

Первыми учебными пособиями по строительству, и в том числе по материалам, была вышедшая в 1729 г. книга Белидора «Инженерная наука», а также первая книга Жирара по сопротивлению материалов, вышедшая в Париже в 1798 г.

Учебник Белидора практически был первым справочником по вопросам строительной механики и технологии материалов. В предисловии автор пишет: «Намерен я в сей книге показать новую теорию для определения толщины каменных одежд, которая, как я надеюсь, будет хорошо принята от тех, кои в силах разуметь» [5].

Стремление познать физические процессы, происходящие в строительных материалах, находящихся под нагрузкой привело к испытанию их прочности. Эта работа выполнялась еще в период раннего Возрождения (Галилей, Леонардо да Винчи) и лишь начиная с XVII в. проводились систематически (Мушенброк, Готье, Суфло). Суфло можно по праву считать пионером в области армирования каменных конструкций.



Испытание материалов на сжатие, растяжение и изгиб показали, что одни и те же материалы разрушаются при различных воздействиях не при одинаковых нагрузках; установлена упругость материала, т.е. его способность возвращаться к первоначальному состоянию после снятия внешней нагрузки. Роберт Гук впервые дал теоретическое объяснение указанному свойству материалов. Закон Гука включает два существенных вывода: о восстановлении упругой деформации конструкцией и о линейной зависимости между приложенной нагрузкой и величиной упругой деформации.

Луи Мари Анри Навье в 1819 г. обобщив все исследования по упругим свойствам материалов, создал теорию упругости материалов, разработал теорию их предельного состояния, а также установил положение нейтральной оси в изгибаемых элементах.

Сущность своей реформы Навье сформулировал следующими словами: «Сопrotивление разрушению недостаточно для проектирования, так как надо знать не разрушающую силу, а ту, которой можно нагрузить элемент без того, чтобы возникающие в нем изменения возрастали со временем».

Длинномерные строительные конструкции, работающие на сжатие, могут терять свою несущую способность от искривления (потери устойчивости). Теоретическую задачу потери общей устойчивости стержней, сжатых усилием, приложенным по центру тяжести сечения в 1757 г. решил Леонард Эйлер. Он установил, что сжатый стержень теряет общую устойчивость в тот момент, когда напряжения в волокнах сечения стержня, наиболее удаленных от нейтральной оси, достигают значений, превышающих предельные значения.

Общеизвестно, что интенсивные научные исследования в той или иной стране, или в отдельной отрасли промышленности направлены на удовлетворение социальных, экономических и политических потребностей общества.

Конец XVII и начало XVIII столетия знаменуются промышленной революцией в странах Европы.

Развитие промышленности, рост численности городского населения, качественное изменение каркасов промышленных зданий (они становятся металлическими) существенно обогатили теорию сооружений.

Потребность в металле привела к изобретению кокса (1709 г.), прокатного стана (1783 г.), процесса получения пудлингового железа (1784 г.). Появление железа, чугуна и стали дало толчок к созданию эффективных строительных конструкций — колонн и балок. Появились чугунные мосты с большими пролетами (1779-1796 гг.), перекрытия по чугунным балкам (1785 г.).

В 1803 г. в Англии построено первое промышленное здание с чугунным каркасом. Причем, проектирование его осуществлялось инженерами, а не архитекторами.

При всем этом инженеры глубоко сомневались в эффективности известных теорий расчета строительных конструкций, базируя свои выводы о надежности на основании испытаний натуральных образцов конструкций.

В 1824 г. Томас Тредголд опубликовал первый учебник по проектированию чугунных конструкций. Наиболее примечательным в этой книге являются

ся таблицы, содержащие прочностные характеристики элементов каркаса (балки квадратного сечения, колонны коробчатого сечения, являющиеся прообразом первого сортамента прокатных профилей).

Важно отметить, что подобно другим инженерам Тредголд не испытывал уважения к теоретическим исследованиям современников. Показательным является его высказывание - «устойчивость здания обратно пропорциональна теоретическим познаниям строителей».

В 1826 г. Навье издал первый систематический курс сопротивления материалов. К этому времени прошло почти 200 лет после работ Галилея. Казалось бы, за это время скопился богатейший запас знаний для применения к нуждам техники, и эмпирический период строительства остался далеко позади. А между тем, Навье в своем курсе признается, что конструкторы редко прибегают к расчету и что до сих пор от трудов по теории сооружений больше пользы получила математика, чем архитектура и техника.

Причина в том, как предполагает Бернштейн С. А. [7], что строители проявили значительную косность, недоверие к новым расчетным методам, придерживались рутины и профессиональных традиций. Вина ученых в глубоком отрыве от практики. Причем этот отрыв, нигде, быть может, не сказался так отчетливо, как в области строительной механики. Теоретические работы писались на сложном, по восприятию языке, который был насыщен математическими выкладками, понять которые было весьма трудно. Автор «Диссертация о толщине мостовых сводов» Готье по поводу работы своего предшественника Делигера по расчету сводов писал: «Я честно сознаюсь, что я недостаточно умен, что бы понять ее. Я не смог даже проследить вывод автора, настолько он мне показался сложным; и я считаю все, что он написал, такой вещью, которой не смогут понять ни полу-ученые, ни тем более рабочие».

Консервативность строителей и некоторой части ученых, занимающихся проблемами строительной механики, сдерживала внедрение в строительную отрасль прогрессивных методов строительства и эффективных методов расчета конструкций. Давление общественного мнения, а иногда и законодательства, усиливало тенденцию к использованию традиционных методов строительства.

Тем не менее, развитие промышленности в странах Европы, неизбежно требовало поиска новых подходов к строительству и расчету мостов на железных дорогах, расчету каркасов промышленных зданий из металла и железобетона. Дмитрий Иванович Журавский в России и Уиппл в Англии независимо друг от друга разработали принцип вырезания узлов при расчете стержневых мостовых ферм. Г. Навье, обобщив работы своих современников, создал теорию расчета балок.

Л. Эйлер разработал теории устойчивости сжатых стержней (колонн) которая впоследствии была уточнена Т.Тредгольдом и У. Н. Ренкиным.

Обрушение в 1903 г. здания 5-этажного отеля в Базеле (Швейцария) потребовало введения первых строительных норм для расчета железобетонных конструкций. В них была включена методика контроля качества бетона.



Правила проектирования железобетонных каркасов были включены в первые руководства, созданные в 1903-1905 гг.

Усилия, вызываемые землетрясениями и ветровой нагрузкой, не учитывались при проектировании конструкций до середины XX века. Важность учета ветровой нагрузки была обнаружена при обрушении в 1879 г. одного из мостов в Англии. Судебное следствие вскрыло недостатки в производстве работ, качестве литья металлических изделий и игнорирование ветровой нагрузкой.

Сейсмическую нагрузку стали учитывать при проектировании каркасов зданий после землетрясения в Сан-Франциско в 1906 г.

Первые многоэтажные здания с металлическим каркасом были построены в 80-е годы XIX столетия в Чикаго. В европейских странах высота здания была лимитирована традициями строительства, а в некоторых случаях и законодательством. В Австралии ограничение высоты зданий действовало вплоть до 50-х годов XX столетия.

Интенсивное строительство промышленных и административных одно- и многоэтажных зданий, а также частые случаи обрушения их не могло не привести к мысли о необходимости учета различных коэффициентов запаса против разрушения построенных зданий. Специальные меры нормативного характера, относящиеся в частности, к пожарной безопасности зданий, существовали ещё в Древнем Риме, а в Европе появились в XII века [7].

Нормы того времени, по обеспечению безопасности конструкций были весьма нечеткими. Выше упоминался закон Хаммурапи. Законы такого типа, естественно вырабатывали осторожность в проектировании конструкций. Невозможно было установить законы по проектированию тех или иных конструкций до тех пор, пока не были разработаны теоретические основы их расчета.

Теория упругости для расчета конструкций была сформулирована в середине XIX в., главным образом благодаря работам Навье. Требовалось только установить предельные допустимые напряжения в различных материалах, чтобы превратить эту теорию в признанный и обязательный метод проектирования конструкций. Это было сделано впервые примерно в 1840 г.

Коэффициент запаса был установлен как отношение предела прочности материала к максимально допустимому напряжению при воздействии действительной или рабочей нагрузки на конструкцию.

Более высокий коэффициент запаса был установлен для колонн с учетом неизбежных несовершенств, которые могли вызвать дополнительный изгиб колонн.

Другой проблемой было определение рабочих (расчетных) нагрузок. Постоянная нагрузка могла быть рассчитана по геометрическим размерам и плотности материала. Величина временной нагрузки зависит от множества параметров – интенсивности, времени действия и т.д.

В течение XIX в. колонны рассчитывались на полную временную нагрузку от всех поддерживаемых ими этажей. После 1900 г. нормы допус-

кали снижение временной нагрузки, поскольку считалось маловероятным, чтобы одновременно на всех этажах временная нагрузка была максимальной.

Проблема сочетания нагрузок важна также в связи с учетом ветровой нагрузки. Было принято, что в случае совместного действия вертикальных и ветровых нагрузок, суммарную нагрузку следовало увеличивать на 20 %.

Теория упругости в сочетании с допускаемыми (рабочими) напряжениями в материалах и допускаемыми (рабочими) нагрузками стали основой проектирования конструкций примерно с 1870 г. и не вызывали сомнений примерно до 1920 г.

Таким образом, инженеры XVIII и XIX столетий уже имели теоретические основы по применению рациональных методов расчета и проектирования, но применения их на практике не осуществлялось. Этим можно утверждать, что возникли основы для формирования нормы применяемой в случае возведения зданий и сооружений, тем самым были заложены предпосылки к созданию правового регулирования строительной деятельности в дальнейшем.

Библиографический список

1. *Кравчук Е. В.* Комплексно – системный подход к оценке интеллектуального потенциала в условиях кризиса предприятия. // *Экономико – математические методы анализа хозяйственной деятельности. Организация и информационное обеспечение анализа хозяйственной деятельности предприятия. Анализ результатов хозяйственной деятельности* : сб. материалов всеросс. науч. – практич. конференции. Пенза. 2006. С. 8 – 10.
2. *Энгельс Ф.* Происхождение семьи, частной собственности и государства. Избранные произведения. В. 2- х томах. изд.-во ОГИЗ. М., 1949. Т. 2. С. 160 – 310.
3. *Коуэн Г. Дж.* Мастера строительного искусства. Стройиздат. М.: 1982.
4. *Милославский М. Г.* История строительной техники и архитектуры. Изд. «Высшая школа». М.: 1964.
5. *Зворыкин Д. Н.* Развитие строительной науки в СССР. М.: Стройиздат. 1981.
6. *Неутан I.* The stone skeleton. Int. I Solids Struct. Vol. 3. 1967
7. *Бернштейн С. А.* Очерки по истории строительной механики. Госиздат. М.: 1957.