



КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

Э.В. Филимонов

М.М. Гаппоев

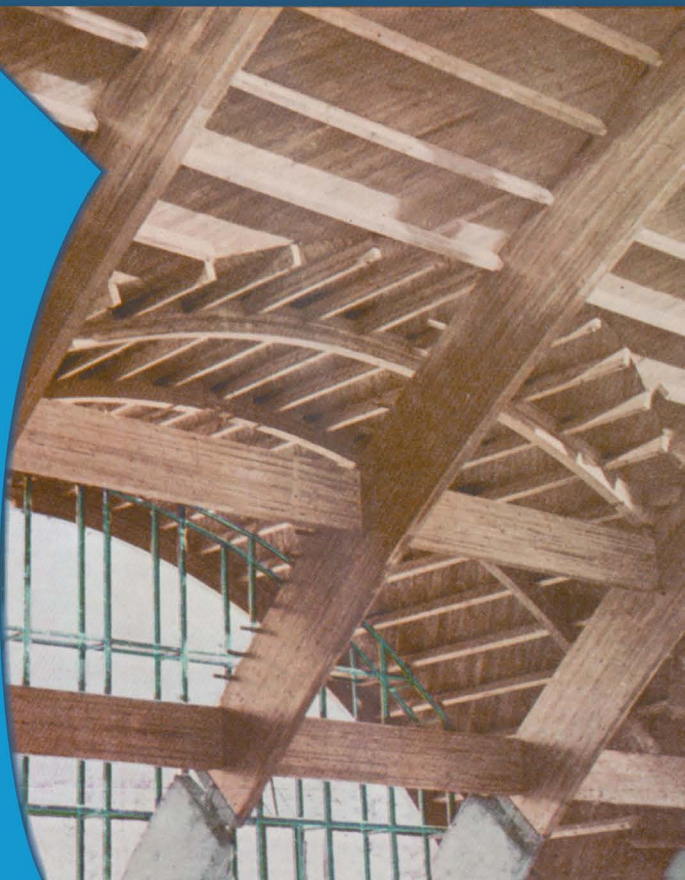
И.М. Гуськов

Л.К. Ермоленко

В.И. Линьков

Е.Т. Серова

Б.А. Степанов



**Э.В. Филимонов, М.М. Гаппоев, И.М. Гуськов,
Л.К. Ермоленко, В.И. Линьков,
Е.Т. Серова, Б.А. Степанов,**

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Промышленное и гражданское строительство», «Проектирование зданий» направления подготовки дипломированных специалистов «Строительство»



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2010

Рецензенты

Лаборатория деревянных конструкций ГУП ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко,
кандидат технических наук *С.Б. Турковский*

Владимирский государственный университет, профессор
В.Ю. Щуко

**Э.В. Филимонов, М.М. Гаппоев, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко,
В.И. Линьков, Е.Т. Серова, Б.А. Степанов**

Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник. -М.: Издательство АСВ,
2010, - 440 с.

ISBN 978-5-93093-302-4

Рассмотрены вопросы тенденции развития конструкций из древесины и пластмасс. Приведены физико-механические свойства строительных древесных материалов и конструкционных пластмасс. Указаны применяемые меры по защите конструкций от возгорания и биологического поражения. Изложены основы расчета и конструирования конструкций, элементов и соединений из древесины и пластмасс. Описаны конструктивные особенности применяемых форм строительных конструкций, элементов и соединений из древесины и пластмасс. Уделено внимание малоэтажному деревянному домостроению, основам технологии изготовления конструкций, особенностям эксплуатации. Затронуты аспекты экономической эффективности конструкций из дерева и пластмасс, экологии, рационального использования древесины.

Для студентов и аспирантов строительных вузов, обучающихся по специальности "Промышленное и гражданское строительство".

ISBN 978-5-93093-302-4

© Издательство АСВ, 2010

© Коллектив авторов, 2010

Предисловие

Учебник написан по программе, разработанной на основе многолетнего опыта преподавания дисциплины на кафедре «Конструкции из дерева и пластмасс» Московского государственного строительного университета, в котором учтены предложения кафедр других вузов России и СНГ.

Шестое издание учебника переработано в соответствии с техническими достижениями и результатами научных исследований в области строительства последних лет.

Отдельные главы учебника написаны: введение - проф., докт. техн. наук Гаппоевым М.М., раздел 1 - доцентом, канд. техн. наук Гуськовым И. М., разделы 2, 3 - проф., докт. техн. наук Гаппоевым М.М., Линьковым В.И., разделы 4, 5 - доцентом, канд. техн. наук Серовой Е.Т., доцентом Ермоленко Л. К., раздел 6 - проф., докт. техн. наук Гаппоевым М.М., доцентом, канд. техн. наук Гуськовым И. М., раздел 7 - проф., докт. техн. наук Линьковым В.И., раздел 8 - проф., канд. техн. наук Филимоновым Э. В., раздел 9 - доцентом, канд. техн. наук Гуськовым И.М., раздел 10 - доцентом, канд. техн. наук Степановым Б.А., разделы 11, 12 - доцентом, канд. техн. наук Гуськовым И. М., раздел 12 - доцентом, канд. техн. наук Степановым Б.А.

Введение

§1 Краткий исторический обзор развития конструкций из дерева и пластмасс.

Деревянные конструкции. Древесина является самым древним и в то же время самым современным и перспективным строительным материалом, единственным материалом, который постоянно воссоздается в природе. Правильная организация воспроизводства лесов позволит постоянно получать древесные материалы в количестве, более чем достаточном для покрытия нужд человечества. Для рационального использования древесины необходимо дальнейшее совершенствование методов переработки древесины с безотходным использованием природного дерева от корней до веток.

Важными преимуществами деревянных конструкций являются минимальные затраты энергии при их изготовлении, экологически чистая утилизация отходов переработки древесины и дерева, оставшихся после полной эксплуатации конструкций и сооружений без обременения окружающей среды.

Изучение истории деревянных конструкций по сравнению с множествами исследований, посвященных раннему периоду развития металлических и каменных конструкций, проводилась весьма ограниченно. Причину этого, возможно, следует искать в том, что инженерных деревянных конструкций ранней постройки сохранилось не так много. Пожары привели к ис-

чезновению великолепных деревянных мостов Грубенмана в Германии, модели моста Кулибина в Санкт-Петербурге, больших деревянных куполов и сводов в России и других странах. Уже после нескольких десятилетий их возведения многие деревянные мосты в конце Второй мировой войны были заменены на металлические. Из уникальных деревянных сооружений постройки начала XIX века и более раннего периода сохранилось лишь ограниченное количество.

Известно, что самым древним деревянным сооружением, сохранившимся до наших дней, является японский храм, построенный более трех тысяч лет тому назад из местного красного дерева. Широкое применение нашли деревянные конструкции при строительстве домов, покрытий храмов и мостов в Древнем Риме. Интересно, что при постройке каменных сооружений для их усиления зачастую использовались деревянные элементы. Так, при строительстве сторожевых каменных башен на юге Италии для стяжки противоположных стен использовались деревянные брусья.

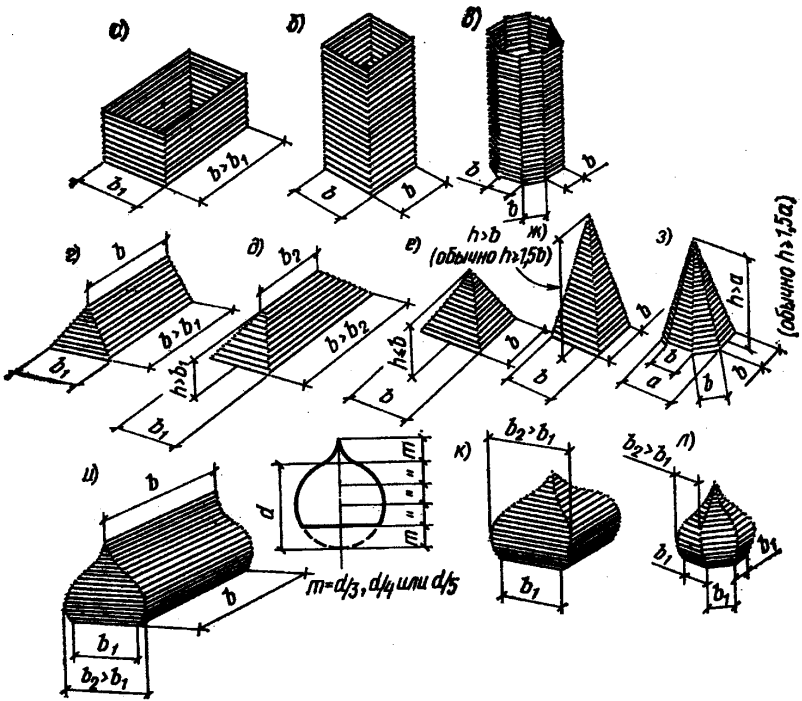


Рис. 1. Основные формы бревенчатых несущих конструкций из горизонтально расположенных бревен в виде сруба: а - прямоугольный сруб (четверик); б - квадратный сруб; в - многоугольный сруб (восмерик); г - двускатный сруб; д - четырехскатный сруб; е - низкий ($h \leq b$) колпак; ж - высокий ($h \geq 1,5b$); з - многогранный шатер; и - килевидный сруб (бочка); к - кубоватое четырехгранное покрытие (куб); л - кубоватое многогранное покрытие

Деревянные конструкции, применяемые в России, изначально появились в виде бревенчатых конструкций, основной конструктивной формой которых стал сруб из горизонтально расположенных брёвен, соединенных по углам сложными узлами с применением шипов, врубок и других элементов, выполняемых высококвалифицированными мастерами. На рис.1 показаны основные формы бревенчатых сооружений. С применением этих форм русское деревянное зодчество достигло в 1800-х и 1900-х годах верха совершенства при создании домов, хозяйственных построек, церквей, часовен. На рис.2. представлен дом в деревне Варварской Архангельской области, выполненный в виде сруба, являющийся типичным для крестьянских домов этой местности. Более состоятельные домовладельцы строили дома, которые, оставаясь срубам, отличались своими размерами и наличием элементов роскоши в их отделке (Рис. 3). Архитектурно-планировочная структура этого дома наглядно показывает патриархальный уклад жизни старой деревни. Под крышей такого дома вместе жили деды, отцы, сыновья и внуки одной общей семьей и общим хозяйством, в котором насчитывалось до трех десятков голов скота. Многие элементы украшения этого дома перешли сюда из каменной архитектуры и являются выражением традиций русского народного зодчества. Наряду с жилыми домами, в виде сруба выполнялись хозяйственные постройки и мосты (Рис. 4,5).

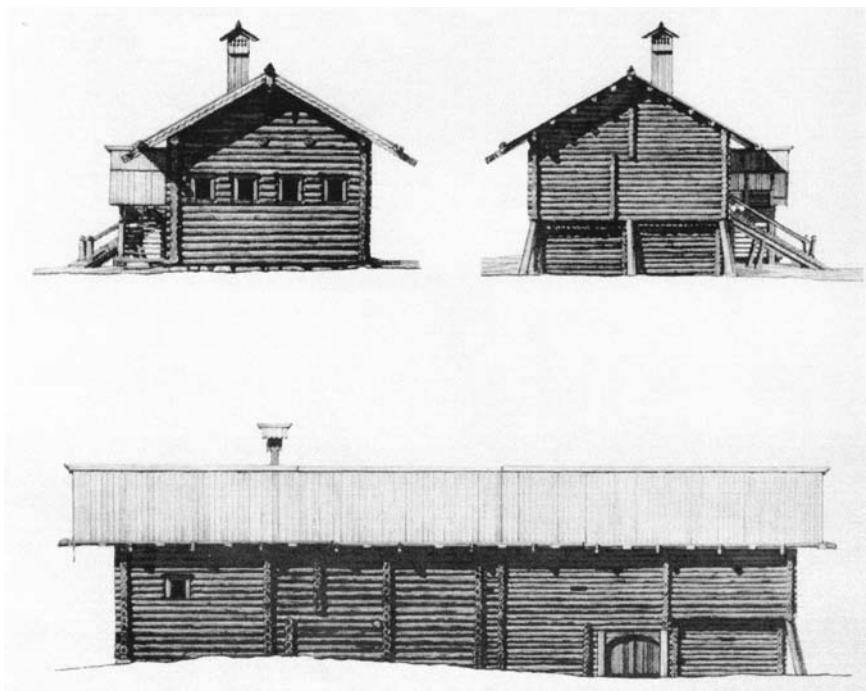


Рис. 2. Дом в деревне Варварской (Архангельская область)

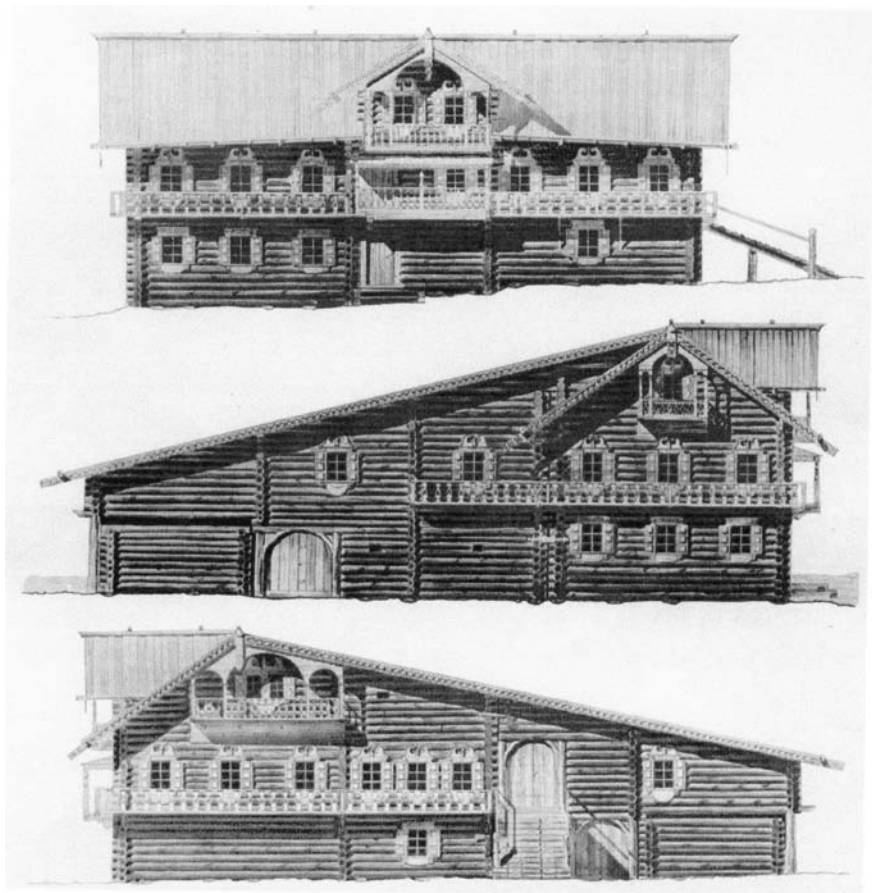


Рис. 3. Двор - комплекс (Архангельская область)

Наиболее широко памятники деревянных построек в России представлены церковными сооружениями. Среди них следует выделить великолепный ансамбль в Кижях на Онежском озере, который считается вершиной развития русского деревянного зодчества (Рис. 6). Наиболее сложной в этом ансамбле является конструкция 22-главого Преображенского храма высотой 35 м, построенного в 1714г. (Рис. 7). За время своего существования деревянные конструкции в Кижях претерпели реставрации, которые, к сожалению, не всегда выполнялись квалифицированно.

Развитие деревянного домостроения в Европе в этот период времени получило несколько другой оттенок, характеризующийся наличием деревянного каркаса со сложными узловыми сопряжениями и заполнением каркаса деревянной обшивкой, глиняной обмазкой по жердям и т. д. (Рис. 8).

Дальнейшее развитие деревянных конструкций связано с совершенствованием механической обработки дерева. Возможность продольной распиловки дерева привела к появлению брусчатых и дощатых конструкций.

В 18 веке появляются облегченные решетчатые конструкции с применением брусев и досок. Одной из старейших в Европе конструкций крыш является, построенный архитектором Иваном Коробовым в 1736-1738 гг. и сохраненный архитектором Андреем Дмитриевичем Захаровым при перестройке башни в период 1806-1823 г.г. шпиль Адмиралтейства высотой 72м в С. Петербурге (Рис.9). Следует отметить деревянные фермы покрытия Манежа, построенные в 1817 г. архитектором Бетанкурром, которые имели до пожара в 2004 г. наибольший пролет (около 49 м.) из сохранившихся деревянных конструкций такого рода.

Рассматривая историю развития строительных конструкций вообще и деревянных, в частности, необходимо выделить такие имена выдающихся отечественных инженеров, как Иван Петрович Кулибин (1735-1818 г.г.), Дмитрий Иванович Журавский (1821-1891 г.г.) и Владимир Григорьевич Шухов (1853-1939 г.г.).

И.П. Кулибин в 1776 году спроектировал деревянный мост через Неву в С. Петербурге (Рис.10). Конструкция этого моста представляет собой комбинированную систему, которая состоит из гибкой арки и жесткой решетчатой арочной фермы (Рис.11). Предложенная впервые И.П. Кулибиным комбинированная система является оптимальной для конструкций больших пролетов. Кроме того, такая конструкция дает возможность использовать максимально кон-

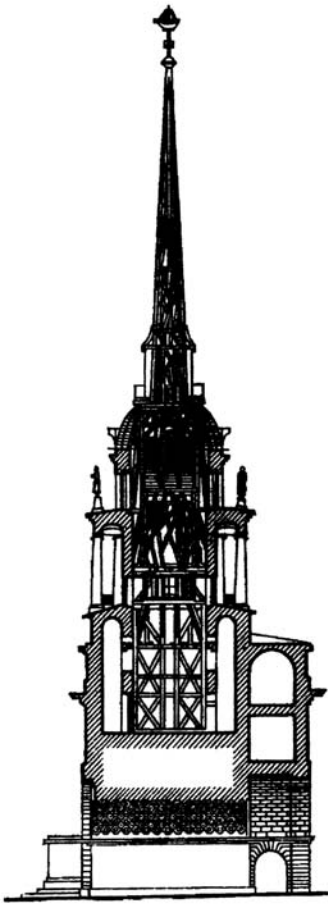


Рис. 9. Конструкция шпиля Адмиралтейства в С. Петербурге

струкционные свойства дерева и применить простое решение узлов. При проектировании моста И.П. Кулибин впервые применил свойство веревочного многоугольника для построения арки по кривой давления задолго до разработки этой теории Ламэ и Клапейроном в 1823 г. К сожалению, мост Кулибина не был построен. Однако для экспериментальной проверки его конструкции была построена модель моста в 1/10 его натуральной величины.

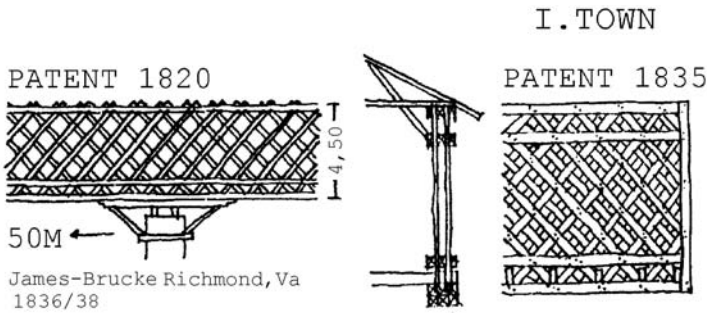


Рис. 12. Кострукция решетчатых мостов, запатентованных инженером И. Тауном

Позже, в 1811-14 годах И.П. Кулибин предложил конструкцию решетчатой фермы из полосового железа. Этим он намного предвосхитил идею американского инженера Итхиды Тауна. Инженер И. Таун в 1820 году запатентовал решетчатую конструкцию моста (Рис.12). Предложенные им конструкции состоят из параллельных брусьев, которые при помощи нагелей соединяются с двумя слоями взаимоперекрещивающихся раскосов. Эти соединенные под углом 45° друг к другу раскосы создают единую решетчатую конструкцию. Наибольший пролет этих мостов составлял 60 м.

Инженер путей сообщения Д.И. Журавский принимал непосредственное участие в строительстве Петербурго-Московской железной дороги. Им были спроектированы и построены крупнейшие железнодорожные мосты. Талантливый инженер и крупный ученый Д.И. Журавский по праву может считаться одним из основоположников русской школы инженерных деревянных конструкций. Он впервые изучил физико-механические характеристики древесины ели и сосны и дал научно обоснованные допускаемые напряжения, которые легли в основу расчета деревянных мостов. Столкнувшись с необходимостью увеличения поперечного сечения, он применил составные элементы из брусьев, соединенных шпонками. При этом он вскрыл ранее неизвестное явление сдвига при поперечном изгибе, которое приводило деревянные элементы к разрушению от скалывания. Д.И. Журавский впервые получил формулу для определения касательных напряжений в брусе прямоугольного сечения и дал метод расчета составной деревянной брусчатой балки на шпонках.

Д.И. Журавский создал метод расчета запатентованной в 1940 г. в Америке и широко применяемой фермы Гау. По существу им был впервые создан метод расчета ферм, в основе которого использована идея вырезания узлов и составления условий равновесия. Этот метод был использован на шесть лет раньше опубликования статьи Кульмана о расчете ферм в 1851 г. Наконец, Д.И. Журавскому принадлежит приоритет применения метода деформаций при решении статически неопределимых задач.

В.Г. Шухов был одним из замечательных конструкторов конца 19-го - начала 20-го столетий и входит в плеяду выдающихся инженеров не толь-

ко России, но и всего прогрессивного человечества. В.Г. Шухов был мастером, овладевшим искусством конструирования с минимальными затратами на материалы, изготовление и монтаж. Его висячие покрытия, арочные конструкции, сетчатые оболочки и башни в форме гиперболоида были решениями нового типа, которые благодаря своей непостижимой и сегодня легкости, удивительной простоте и элегантности конструкции, а также необычным и смелым формам произвели в то время сенсацию.

Практически все строительные конструкции В.Г. Шухова, осуществленные в металле, и идеи, заложенные в них, могут быть реализованы в дереве. Это можно продемонстрировать на примере строительства деревянных башен -градирен системы Шухова, которые нашли широкое применение при строительстве тепловых электростанций. В своей основе эти башни имели конструкцию сетчатой гиперболической башни, которая многократно реализовывалась В.Г. Шуховым в металле для различных сооружений - от водонапорных башен до Шаболовской радиобашни в Москве.

Среди деревянных конструкций В.Г. Шухова следует выделить тонкостенные дощатые своды. Они представляли собой многослойную конструкцию из тонких, уложенных плашмя и изогнутых по дуге досок. Доски каждого слоя располагались под углом к доскам предыдущего слоя. Распор свода воспринимался металлическими затяжками. Особенностью этих сводов было также наличие наклонных гибких тяг (Рис.13). С аналогичными тягами предложил В.Г. Шухов и плоские арочные конструкции. Основные положения конструирования и расчета арочных конструкций В.Г. Шухов дал в своей монографии "Стропила". В своей основе арочные конструкции или арочные фермы В.Г. Шухова имели жесткий верхний пояс - арку из древесины или металла, которая раскреплялась системой гибких металлических затяжек. Для увеличения изгибной жесткости верхний пояс часто выполняли в виде сквозной арки. Предложенные В.Г. Шуховым арочные и сводчатые конструкции с системой гибких затяжек являются первыми арочными конструкциями с односторонними выключающимися связями. Они предшествовали появлению целого ряда сводчатых и арочных легких покрытий.

В начале 19 столетия с активным развитием промышленности с новой технологией, требующей свободной планировки оборудования, возникла необходимость в большепролетных деревянных конструкциях построеного изготовления. В этот период в нашей стране широко внедрены так называемые дощато-гвоздевые конструкции. Эти конструкции в период относительной нехватки механизмов и квалифицированных рабочих позволяли решать задачи по строительству зданий и сооружений, отвечающих требованиям технологии.

С появлением новых методов обработки дерева и древесных материалов, а также средств соединения деревянных элементов менялись и виды деревянных конструкций. В 1932 -1936 гг. инженером В.С. Деревягиным

предложены брусчатые конструкции на пластинчатых нагелях в виде балок пролетом 6 м. и ферм пролетом до 24 м .

Период индустриализации строительства сопровождался процессом перехода к индустриальным деревянным конструкциям. Техничко-экономической предпосылкой индустриализации являлись типизация и стандартизация деревянных конструкций. Наиболее эффективно применение индустриальных ограждающих конструкций из дерева и пластмасс. К этим конструкциям относятся клефанерные панели и трехслойные панели с применением пенопластов. Кроме того, учитывая конструкционные свойства древе-

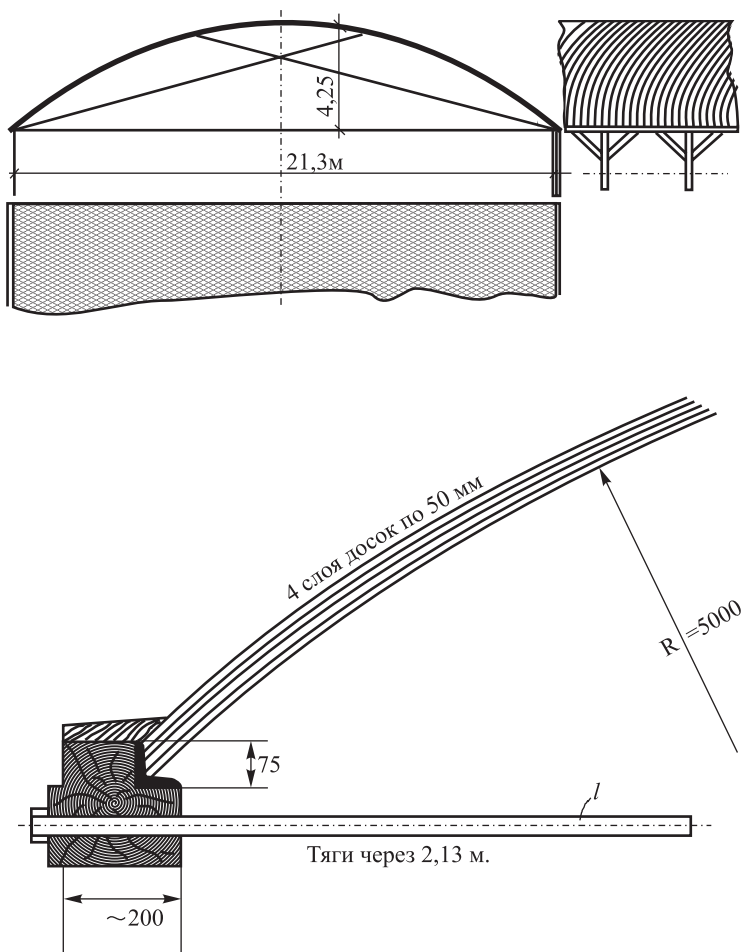


Рис. 13. Тонкостенные дощатые своды системы В.Г. Шухова

сины, широкое применение нашли несущие конструкции покрытия в виде клееных (в том числе и клефанерных) балок и арок покрытия и рам .

Дальнейшее развитие деревянных конструкций привело к большепролетным пространственным конструкциям. При этом прототипами многих из них были пространственные конструкции в виде сводов, куполов и оболочек построеного изготовления 30-х, 40-х годов 19 столетия.

Пластмассовые конструкции имеют более короткую историю, чем деревянные. Однако, за последние 30 лет объем их применения вырос в несколько раз главным образом за счет легких ограждающих и несущих конструкций. В строительстве нашли применение трехслойные панели, так называемые панели "сэндвич", наружные слои которых выполняются из негорючих листовых материалов, а внутренний слой из пенопласта. Из несущих пластмассовых конструкций в первую очередь следует назвать стеклопластиковые пространственные складчатые, волнистые, структурные конструкции, выполняемые из элементов трубчатого и открытого профиля. Особенно эффективны пластмассовые конструкции в зданиях и сооружениях химической промышленности, в сооружениях со специальными требованиями ("радиопрозрачность", немагнитность, большое сопротивление электрическому току и т. д.). Особо следует выделить пространственные пластмассовые конструкции в виде оболочек, висячих, пневматических и тентовых конструкций.

Раздел 1. КОНСТРУКТИВНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ И ПЛАСТМАСС

Глава 1.1. Древесина - конструкционный строительный материал

1.1.1. Сырьевая база использования древесины в строительстве

Россия обладает 40 % мировых запасов леса (80 млрд.м³). Основные ресурсы страны сосредоточены в Сибири и на Дальнем Востоке. Преобладающими породами являются хвойные: лиственница 37 %, сосна 19 %, ель и пихта 20 %, кедр 8 %. Важнейшей из лиственных пород является береза, запасы древесины которой составляют 14 %.

Количество заготавливаемой древесины обеспечивает потребности страны в строительстве и в других областях промышленности. Однако лесное хозяйство страны требует коренной перестройки, главным образом вследствие перерубов без последующего восстановления лесов.

Наиболее высокими качествами отличается древесина сосны, обладающая прямослойностью и надлежащими прочностными свойствами при ограниченном содержании таких пороков, как сучки. Еловая древесина близка по качеству сосновой. Древесина лиственницы по прочности и по сопротивлению к загниванию превосходит древесину сосны. Однако, вследствие высокой плотности сплав древесины лиственницы при ее заготовке вызывает затруднения. Кроме того, древесина лиственницы при сушке легко растрескивается.

Повышенная сопротивляемость древесины хвойных пород к загниванию и увлажнению объясняется наличием в ней смолы.

Хвойная древесина, как обладающая многими положительными свойствами, используется преимущественно в строительстве стационарных деревянных зданий и сооружений.

Древесина лиственных пород, имеющая по сравнению с хвойной пониженную прочность и стойкость к загниванию, используется в строительстве временных зданий и сооружений.

Древесина твердых лиственных пород (дуб, береза) используется для изготовления соединительных деталей строительных конструкций, например, для изготовления пластинчатых нагелей, а также в качестве подушек, прокладок и других ответственных деталей конструкций, расположенных в местах, где имеют место большие напряжения сжатия и смятия в направлении поперек или под углом к волокнам древесины.

Березовая древесина служит основным сырьем для фанерной промышленности страны.

1.1.2. Строение и физико-механические свойства древесины

Деревянные строительные конструкции в основном изготавливаются из древесины хвойных пород (сосна, ель, лиственница), поэтому ограничимся рассмотрением анатомического строения древесины хвойных пород, которая отличается от древесины лиственных пород простотой и однообразием структуры.

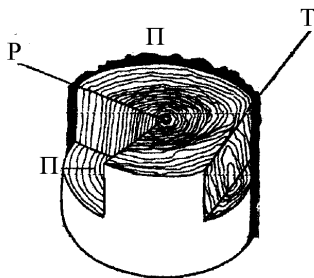


Рис. 1.1. Главные разрезы ствола
П - поперечный; Р - радиальный;
Т - тангенциальный

На поперечном сечении ствола дерева различают следующие части (рис. 1.1.): под корой расположен тонкий слой камбия, отлагающего древесину и работающего с различной интенсивностью, так как деятельность его зависит и от внешних условий. В растущем дереве камбий обуславливает прирост древесины и коры. В центре сечения ствола расположена сердцевина, имеющая форму небольшого круглого пятнышка диаметром 2 - 5 мм.

Вся основная древесина, расположенная между тоненьким слоем камбия и сердцевиной, состоит из двух частей, немного отличающихся одни от других цветовыми оттенками - внутренняя зона, более темная, называется ядром, а более светлая - заболонью

На поперечном сечении ствола можно увидеть концентрические слои, окружающие сердцевину. Каждое такое кольцо представляет собой ежегодный прирост древесины и называется годичным слоем. Ширина годичных слоев колеблется в зависимости от возраста, породы, условий произрастания и положения в стволе.

Древесина состоит из клеток двух видов - прозенхимных и паренхимных. Паренхимные клетки имеют примерно одинаковые размеры во всех трех осевых направлениях. К прозенхимным клеткам относятся трахеиды - полые клетки, сильно вытянутые в длину с заостренными концами. Среднее отношение длины этих клеток к их размерам в поперечном сечении приблизительно равно 50-60.

Основными элементами древесины хвойных пород являются трахеиды, которые занимают свыше 90 % общего объема древесины.

Паренхимные клетки в хвойной древесине входят в состав сердцевинных лучей. В растущем дереве по сердцевинным лучам происходит движение питательных веществ и воды в горизонтальном направлении в период вегетации, а в период покоя в них хранятся запасные питательные вещества. В процессе роста трахеиды своими заостренными концами врастают между другими анатомическими элементами или себе подобными элементами.

Трахеиды хвойных пород выполняют не только свойственные им проводящие функции, но и механические. Трахеиды ранней части годичного слоя (рис.1.2.,а) обладают тонкими стенками и большими внутренними полостями, а трахеиды поздней части годичного слоя имеют более толстые стенки и малые полости (рис.1.2.,б). На рис. 1.3. показана объемная схема микроскопического строения сосны.

На основе современных исследований установлено, что стенки клеток трахеид представляют собой слоистую оболочку (рис.1.4.). В стенке каждой нормальной трахеиды различают: тонкую первичную оболочку P , значительно более толстую вторичную оболочку S , состоящую из наружного слоя S_1 , среднего слоя S_2 и внутреннего слоя S_3 . Трахеиды связаны между собой аморфным межклеточным веществом срединной пластинки M , окружающей каждую клетку (рис.1.4.). Каждый слой оболочки трахеид состоит из микрофибрилл, основой которых является кристаллическая целлюлоза, инкрустированная матриксом аморфных или паракристаллических полимеров, стабилизирующих структуру микрофибрилл. В составе стенки клетки особую роль играет лигнин. Если высокая прочность при растяжении обеспечивается в основном целлюлозными микрофибриллами, то лигнин придает оболочке прочность на сжатие.

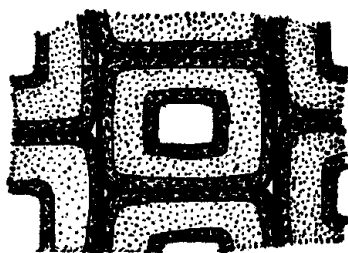


Рис. 1.4. Схема строения оболочки трахеид

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	3
1.Краткий исторический обзор развития конструкций из дерева и пластмасс	3
Раздел 1. Конструктивные свойства древесины и пластмасс	16
Глава 1.1. Древесина - конструкционный строительный материал	16
1.1.1. Сырьевая база использования древесины в строительстве	16
1.1.2. Строение и физико –механические свойства древесины.	17
1.1.3. Основные свойства древесины.	21
1.1.4. Композиционные древесные материалы.	33
Глава 1.2.Конструкционные пластмассы, применяемые в строительстве	39
1.2.1. Общие сведения о пластмассах.	39
1.2.2. Основные виды конструкционных пластмасс и области их применения.	43
1.2.3. Физико- механические свойства пластмасс	47
Раздел 2. Расчёт элементов конструкций	52
Глава 2.1. Основы расчёта эле ментов конструкций по предельным состояниям	52
Глава 2.2. Центральное растяжение	55
Глава 2.3. Центральное сжатие	56
Глава 2.4. Скалывание и смятие древесины	61
Глава 2.5. Поперечный и косой изгиб	62
Глава 2.6. Сжато- изгибаемые элементы	70
Глава 2.7. Растянуто - изгибаемые элементы	74
Глава 2.8. Основные закономерности длительной прочности древесины и пластмасс	75
Раздел 3. Соединения элементов конструкций из дерева и пластмасс	79
Глава 3.1. Общие сведения	79
3.1.1. Основные виды соединений.	79
3.1.2. Требования, предъявляемые к соединениям.	80
3.1.3. Основные положения расчёта соединений.	82
Глава 3.2. Соединения деревянных элементов без рабочих связей	85
3.2.1. Контактные соединения деревянных элементов в узлах каркаса	85
3.2.2. Лобовая врубка	88
Глава 3.3. Соединения на механических связях	92
3.3.1. Понятие о соединениях на шпонках и шайбах шпоночного типа	92
3.3.2. Соединения на нагелях.	97

3.3.3. Определение расчётной способности одного «среза» нагеля. .	101
3.3.4. Особенности работы гвоздей.	109
3.3.5. Нагельные соединения со вставками в узлах.	110
3.5.6. Соединения на металлических зубчатых пластинах (МЗП). ...	114
3.5.7. Соединения на растянутых связях.	117
Глава 3.4. Соединения на клеях	127
3.4.1. Требования, предъявляемые к клеям для несущих конструкций.	127
3.4.2. Виды клеев.	128
3.4.3. Виды соединений на клею.	129
Глава 3.5. Соединения пластмасс	130
3.5.1. Виды клеевых соединений пластмассовых элементов.	130
3.5.2. Сварные соединения пластмасс.	132
3.5.3. Комбинированные – клеесварные, клеезаклёпочные и клеевинтовые соединения.	138
Раздел 4. ЭЛЕМЕНТЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СОСТАВНОГО СЕЧЕНИЯ НА ПОДАТЛИВЫХ СВЯЗЯХ	142
Глава 4.1. Основы учёта податливости связей	142
Глава 4.2. Расчёт на поперечный изгиб	142
Глава 4.3. Расчёт центрально – сжатых элементов	146
Глава 4.4. Расчёт сжато – изгибаемых элементов	150
Раздел 5. ПЛОСКИЕ СПЛОШНЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ И ПЛАСТМАСС	152
Глава 5.1. Основные формы плоских сплошных деревянных конструкций	152
5.1.1. Основные схемы плоских сплошных деревянных конструкций.	152
5.1.2. Настилы и обрешётка	156
5.1.3. Прогоны и стропила.	158
Глава 5.2. Панели и плиты покрытия с применением древесины, фанеры и пластмасс.	163
5.2.1. Трёхслойные панели с применением пластмасс.	163
5.2.2. Клеефанерные плиты покрытия.	174
Глава 5.3. Балки	179
5.3.1. Балки составного сечения.	179
5.3.2. Клеёные балки.	186
5.3.3. Армированные балки.	190
5.3.4. Клеефанерные балки.	193
Глава 5.4. Клееные колонны	201
Глава 5.5. Распорные деревянные конструкции	205
5.5.1. Клеёные арки	205
5.5.2. Рамы	209
5.5.3. Распорные системы треугольного очертания.	223

Раздел 6. ПЛОСКОСТНЫЕ СКВОЗНЫЕ КОНСТРУКЦИИ	230
Глава 6.1. Основные формы и конструктивные особенности	230
6.1.1. Основные схемы плоскостных сквозных конструкций	230
6.1.2. Выбор материалов для сквозных конструкций	231
6.1.3. Деформации сквозных конструкций	234
Глава 6.2. Треугольные фермы	235
6.2.1. Фермы на лобовых врубках	235
6.2.2. Треугольные фермы системы ЦНИИСК	239
Глава 6.3. Многоугольные брусчатые фермы	242
Глава 6.4. Сегментные фермы	246
Глава 6.5. Дошчатые фермы и рамы с соединениями на металлических зубчатых пластинах	252
Глава 6.6. Шпренгельные системы	254
Глава 6.7. Решетчатые распорные системы и стойки	257
Раздел 7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕИЗМЕНЯЕМОСТИ ПЛОСКОСТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	263
Глава 7.1. Общие положения	263
Глава 7.2. Принципы проектирования конструктивного остова деревянного здания	263
Глава 7.3. Пространственные связи в покрытиях	267
Глава 7.4. Обеспечение пространственной устойчивости плоскостных деревянных конструкций	271
Раздел 8. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ	275
Глава 8.1. Общие сведения, основные формы, конструктивные особенности	275
Глава 8.2. Складки, структурные конструкции	276
Глава 8.3. Распорные своды	282
Глава 8.4. Купола	304
8.4.1. Типы куполов и их характеристика	304
8.4.2. Тонкостенные купола – оболочки	305
8.4.3. Ребристые купола	312
8.4.4. Ребристо – кольцевые купола	315
8.4.5. Сетчатые купола	318
8.4.6. Кружально – сетчатые купола из сомкнутых сводов	321
Глава 8.5. Цилиндрические, эллиптические и гиперболические оболочки	326
8.5.1. Сводьы – оболочки, крестовые своды, оболочки двойкой положительной кривизны	326
8.5.2. Гиперболические оболочки	331
Глава 8.6. Пневматические строительные конструкции покрытий	335
8.6.1. Общие положения	335
8.6.2. Материалы для пневматических конструкций	339
8.6.3. Принципы расчета пневматических конструкций	341

Глава 8.7. Понятие о висячих и тентовых покрытиях	346
Раздел 9. МАЛОЭТАЖНОЕ ДЕРЕВЯННОЕ	
ДОМОСТРОЕНИЕ	348
Глава. 9.1.Материалы и изделия для строительства деревянных малоэтажных зданий	348
Глава. 9.2. Малоэтажные здания заводского изготовления с бревенчатыми и брусчатыми стенами	354
Глава. 9.3. Каркасно – обшивные и рамно – каркасные здания	357
Глава. 9.4. Панельные малоэтажные деревянные здания	361
Глава. 9.5. Объемно - блочные малоэтажные деревянные здания	368
Глава 9.6. Здания с конструкциями из арболита	369
Раздел 10. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И	
ЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	375
10.1. Материалы для изготовления деревянных конструкций	375
10.2. Изготовление конструкций из клеёной древесины	378
10.3. Технология изготовления конструкций из цельной древесины	390
10.4. Защитная обработка деревянных конструкций	392
Раздел 11. ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЕРЕВЯННЫХ	
КОНСТРУКЦИЙ	394
Глава 11.1. Общие сведения	394
11.1.1. Классификация зданий по капитальности. Эксплуатация деревянных зданий, сооружений и конструкций.	394
11.1.2. Виды дефектного состояния деревянных конструкций, возникающие при эксплуатации зданий и сооружений	395
Глава 11.2. Техническое обслуживание деревянных конструкций зданий и сооружений	396
11.2.1. Надзор за условиями эксплуатации деревянных конструкций	396
11.2.2. Диагностирование дефектов деревянных конструкций	396
Глава 11.3. Ремонт деревянных конструкций	399
11.3.1. Основные принципы усиления деревянных конструкций и классификация методов усиления.	499
11.3.2. Методы усиления деревянных конструкций без изменения прежней схемы их работы.	400
11.3.3. Методы усиления деревянных конструкций с изменением прежней схемы их работы.	404
Раздел 12. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДЕРЕВА И	
ПЛАСТМАСС. ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО	
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ	405
Приложение I. Расчетные характеристики материалов	407
Приложение II.1. Расчётные сопротивления фанеры R , МПа	411
Приложение II.2. Упругие характеристики фанеры	412

Приложение III. Расчётные и упругие характеристики пластмасс, изготовленных с использованием неорганических наполнителей или без наполнителя	412
Приложение IV. Определение предельных прогибов изгибаемых элементов исходя из физиологических требований	414
Приложение V. Таблица для расчета соединений на стальных цилиндрических на цилиндрических нагелях	415
Приложение VI. Болты и тяжи	416
Приложение VII. Таблица для расчета соединений на гвоздях	417

Учебник

Филимонов Эдуард Владимирович
Гаппоев Мурат Максимович
Гуськов Игорь Михайлович
Ермоленко Леонид Кириллович
Линьков Владимир Иванович
Серова Евелина Титовна
Степанов Борис Абрамович

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

Компьютерный набор и верстка: *И.А. Серговский, Н.А. Лямаева, Д.А. Матвеев*

Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Редактор: *О.А. Таранова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98

Подписано к печати 19.01.2010 Формат 60×90/16.

Бумага офс. Гарнитура таймс. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 26,5. Доп. тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 511.

тел/факс: 8 (499) 183-5683

e-mail: iasv@mgsu.ru

Internet: <http://www.iasv.ru>