ЛЕКЦИЯ 1 КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ДРЕВЕСИНЫ.

Цель лекции: *освоение студентами компетенций по изучению и использованию отечественного и зарубежного опыта по проектированию конструкций зданий и сооружений*

Задачи: *выполнить краткий исторический обзор развития деревянных конструкций, оценить современное состояние, области применения, перспективы развития, достоинства и недостатки древесины как конструкционного материала.*

Вопросы, рассматриваемые в лекции:

1.1 Краткий исторический обзор развития деревянных конструкций

1.2 Современное состояние, области применения, перспективы развития

1.3 Достоинства и недостатки древесины как конструкционного материала

Вопросы к экзамену:

1. *Краткий исторический обзор развития деревянных конструкций.*
2. *Область применения деревянных и пластмассовых конструкций, перспективы развития.*
3. *Выдающиеся деревянные конструкции, возведенные в нашей стране и за рубежом. Выдающиеся ученые, архитекторы, изобретатели, работавшие с деревянными конструкциями и создавшие уникальные объекты.*
4. *Достоинства и недостатки древесины как конструкционного материала.*

1.1 Краткий исторический обзор развития деревянных конструкций

Дерево в качестве строительного материала применяется с древнейших времен. Этому способствовало наличие лесов, легкость обработки и транспортировки деревянных элементов к месту строительства. Кроме того древесина обладает хорошими конструкционными качествами – значительной прочностью и упругостью при сравнительно небольшой массе.

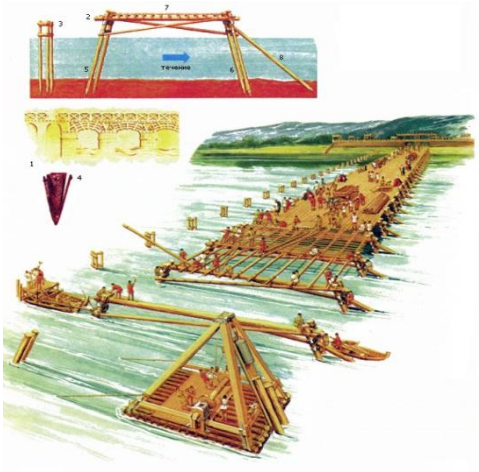
Историческое развитие деревянных конструкций как отрасли неизбежно связано с развитием производства.

В каменном веке (свыше 10 тыс. лет до нашей эры) дерево использовалось для различных жилых построек, навесов, заборов, оград для скота и т.д. Первые инженерные сооружения - бревна, переброшенные через ручьи и овраги.

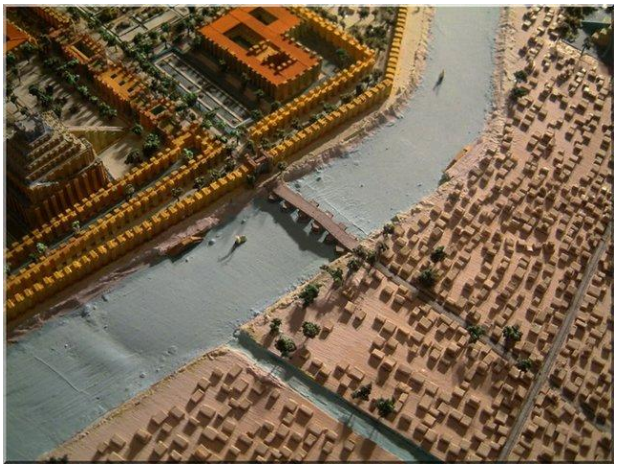
В более позднее время (1 -.2 тыс. лет до нашей эры), с появлением железных орудий труда появилась возможность изготовления конструкций с устройством соединений с помощью ***врубок*** (вырубали топором, отсюда и название соединения).

В эпоху рабовладельческого строя появились орудия производства, позволяющие сверлить и выдалбливать отверстия, в которые вбивались нагели (штыри, гвозди, пластины). Появляется новый вид соединения деревянных элементов – ***нагельный***. Этот вид соединений позволил значительно расширить конструктивные формы деревянных конструкций:

- конструкция моста через р. Рейн, который был построен в I в. до н.э. войсками Цезаря (рисунок 1.1, а);
- ≈ в этот же период был построен арочный деревянный мост через р. Дунай.
- мост через реку Ефрат (г. Басра) (рисунок 1.1, б).



а - конструкция моста через р. Рейн,
Длина: 350 м, ширина: 30,0 м
Материал: древесина хвойных пород



б - мост через реку Ефрат (г. Басра)
Длина: около 600 м, ширина: 8,0м.
древесина Птерокарпус

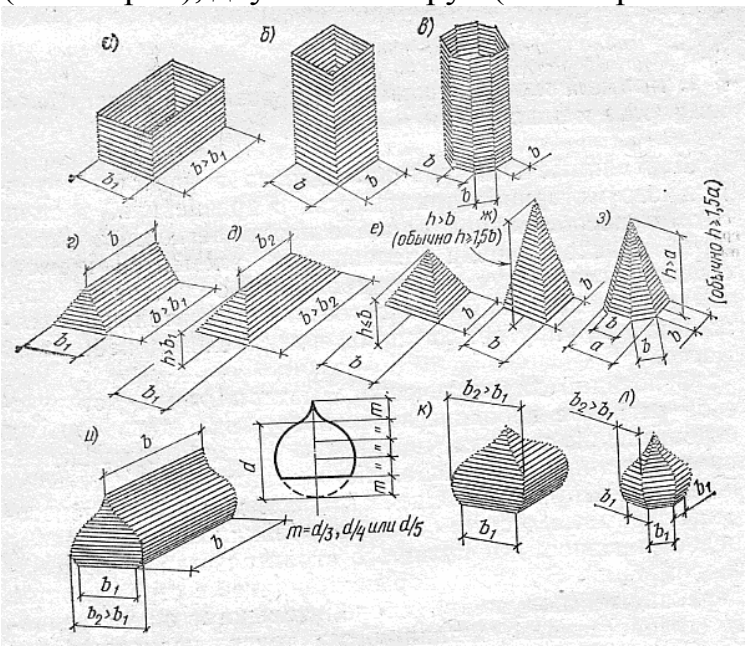
Рисунок 1.1 - Конструкция моста через р. Рейн, мост через реку Ефрат (г. Басра)

Древнейшее, сохранившееся на территории России, деревянное сооружение – маленькая церковь воскрешения Лазаря в Муромском монастыре Карельской АССР (14 век). В конце 19 века вокруг нее для защиты был сооружен сруб-футляр (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 - Церковь воскрешения Лазаря в Муромском монастыре (14 век)

В период феодального строя дерево становится одним из основных строительных материалов.

В России, стране богатой лесными материалами, применялись деревянные конструкции в основном из горизонтально расположенных бревен, соединенных по углам сложными узлами с применением врубок (прямоугольный сруб, (четверик), квадратный сруб, многоугольный сруб (восьмерик), двускатный сруб (многогранный шатер) (рисунок 1.3).



Для стен: а – прямоугольный сруб; б – квадратный сруб (четверик); в – многоугольный сруб (восьмерик); для покрытий: г – двускатный сруб, д – четырехскатный сруб (палатка или епанча); шатровые пирамидальные четырехгранные срубы: е – низкий (колпак), ж – высокий (шатер), з – многогранный шатер; и – килевидный сруб (бочка); к – кубоватое четырехгранное покрытие (куб); л - кубоватое многогранное покрытие

Рисунок.1.3 – Основные формы бревенчатых несущих конструкций из горизонтально расположенных бревен в виде сруба

Примеры:

- крепостные стены высотой до 8,5м, башни высотой до 40,0м, сооружения башенного типа в виде шатровых храмов:

- построенная в 10 веке в Новгороде дубовая соборная церковь Софии, снабженная 13 главами (рисунок 1.4);

Рисунок 1.4 - Дубовая соборная церковь Софии с тринадцатью главами

- деревянный дворец в Коломенском под Москвой (просуществовал с конца 17 до середины 18 века, реставрирован в 20 веке) (рисунок 1.5);

Рисунок 1.5 - Деревянный дворец в Коломенском

- Преображенская церковь в Кижах на Онежском озере (1714г.) (рисунок 1.5), наиболее сложной в этом ансамбле является конструкция двадцатидвухглавого Преображенского храма высотой 35,0м;

Рисунок 1.5 - Ансамбль в Кижах на Онежском озере

С появлением специалистов – плотников, «городников» и «мостовиков», как их называли в то время, строительство все более совершенствовалось как в отношении конструкций, так и в отношении повышения темпов постройки.

Выдающимся для своего времени примером служит город-крепость Свияжск, под Казанью. Город «рубили» зимой 1551 года в Угличском уезде, за 1000 км от Казани. После пробной сборки части сооружения отправили сплавом по Волге к устью реки Свияги. Здесь, в течение месяца, на высокой горе постройка была собрана, руководил работами зодчий «горододелец» **Иван Выродков.**

Пилы начали применять, на наиболее крупных постройках, в XYI-XYII веках.

В начале XYIII века начали появляться здания каркасной конструкции с засыпкой между обшивками торфом. В западных странах, менее богатых лесом, преобладали каркасные конструкции в виде фахверка с заполнением каменной кладкой.

К тому же периоду относится строительство ряда промышленных зданий и гигантских по своим масштабам для того времени гидротехнических сооружений. Интересным примером инженерного искусства XYIII века являются гидротехнические сооружения Вышневолоцкой системы и деревянные шлюзы Ладожского канала (1731 г).

Широко использовались деревянные конструкции для устройства подмостей, подъемных устройств, лесов (рисунок 1.4).

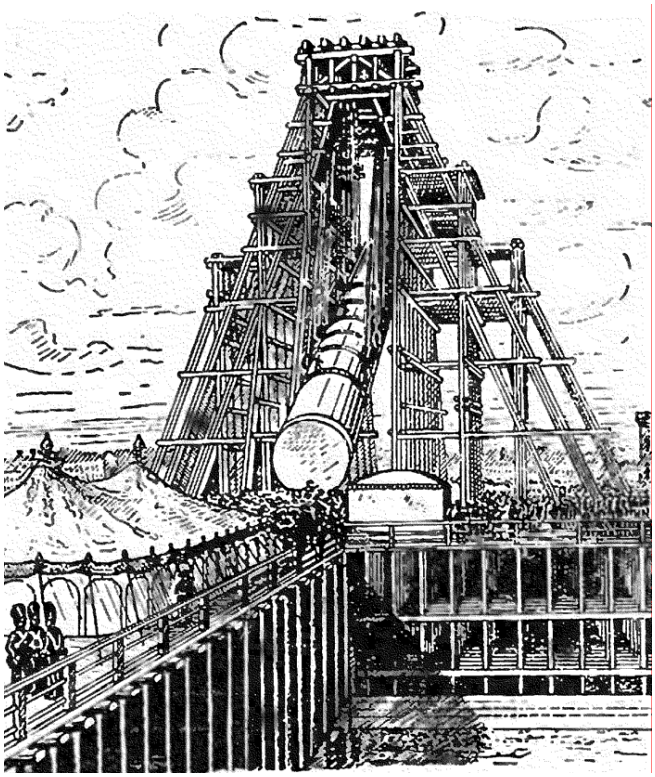
в 

Рисунок 1.4– Деревянная конструкция портального крана для подъема Александровской колонны Петербурге

Во времена классицизма, в конце XVIII и первой трети XIX века очень много домов строили из дерева, как из наиболее дешевого строительного материала, но далеко не все они выглядят, как деревянные. Вот, например, дом Муравьевых-Апостолов на Старой Басманной улице в г. Москве. На вид –каменный особняк, на самом деле – деревянное здание:

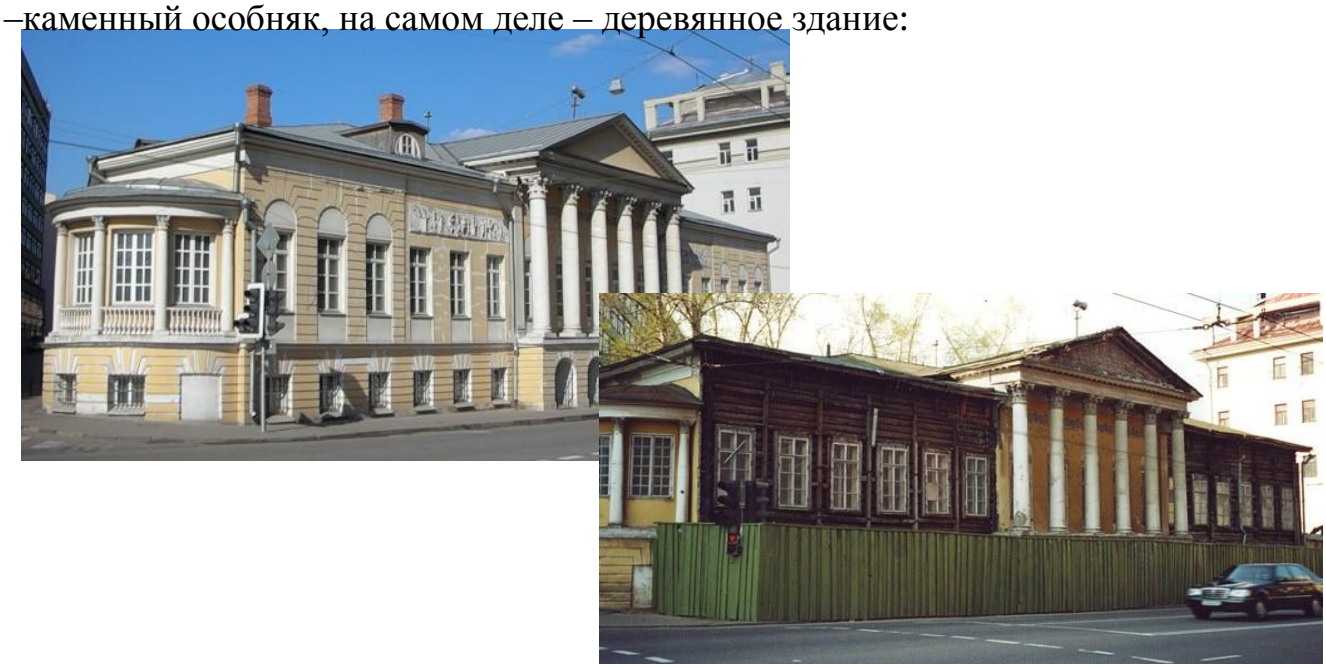


Рисунок 1.4 – Дом Муравьевых-Апостолов на Старой Басманной улице в г. Москве во время и после реставрации

В 18 - 19 века совершенства достигли при создании домов, церквей, часовен, хозяйственных построек. Примером таких конструкций являются:

- построенное в 1817г. архитектором А.А. Бетанкуром покрытие здания Московского манежа (центральный выставочный зал) с фермами пролетом 48,0м;

- конструкция башни Адмиралтейства высотой 72,0м, осуществленная по проекту Ивана Коробова в С. Петербурге (рисунок 1.6);

- шпиль колокольни высотой 118,0м в Петропавловской крепости в С. Петербурге;

- центральный выставочный зал в Москве (бывший Манеж), построенный в 1817 году по проекту архитекторов А.А. Монферрана и А. А.-Бетанкура в честь победы России над Наполеоном - фермы покрытия пролетом 45,0м которые являются уникальными конструкциями даже для современного строительства (рисунок 1.7).

Рисунок 1.6 - Шпиль Адмиралтейства в С. Петербурге

Рисунок 1.7 - Фермы для перекрытия манежа в Москве пролетом 48м

Уникальны следующие деревянные конструкции:

- Колонный зал дома Союзов (бывший дом Благородных собраний) - один из лучших концертных залов в России по акустике, построенный в конце XVIII века по проекту архитектора М.Ф. Казакова - фермы пролетом 25,0 м - деревянные на лобовых врубках, колонны - также деревянные.

Деревянная конструкция колонн состоит из четырёх, связанных друг с другом металлическими болтами, деревянных стоек диаметром 27 – 30 см, заключенных в обручи и обшитых досками, по которым наметан слой штукатурки с отделкой искусственным мрамором (рисунок 1.8);

Рисунок 1.8 – Колонный зал дома Союзов

- проект моста через Неву пролетом около 300м изобретателя **Ивана Петровича Кулибина** (1735-1818г), разработанный в Санкт-Петербурге в 1976г. (конструкция этого моста представляет собой комбинированную систему, состоящую из гибкой арки и жесткой решетчатой арочной фермы. Мост Кулибина построен не был, сохранилась только модель в 1/10 натуральной величины, однако, идея Кулибина по использованию многорешетчатой фермы нашла применение во многих конструкциях 19, 20 в.в., как в нашей стране, так и за рубежом) (рисунок 1.9);

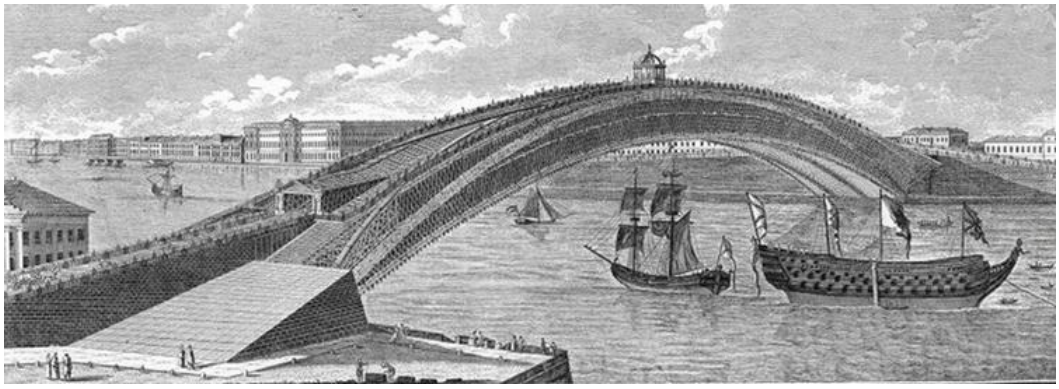


Рисунок 1.6 – Модель моста Кулибина в Санкт-Петербурге

- постройки в Малых Карелах Архангельской области (рисунок 1.9)

Рисунок 1.9 - Постройки в Малых Карелах Архангельской области

Огромный вклад в создание инженерных деревянных конструкций и теорию расчета внес ***Дмитрий Иванович Журавский*** (1821-1891г). По его проектам был построен ряд железнодорожных мостов, он вывел формулу для сдвигающих усилий при изгибе сплошной балки, предложил способ расчета шпоночных соединений, формулу для определения касательных напряжений при изгибе деревянного элемента. Им был впервые создан метод расчета ферм, в основе которого использована идея вырезания узлов и составлены уравнения равновесия, принцип блокирования плоских трехветвевых ферм в коробчатую систему посредством решетчатых связей явился прототипом нынешних стержневых пространственных конструкций.

Рисунок 1.20 – Ферма Д.И. Журавского с перекрестной решеткой

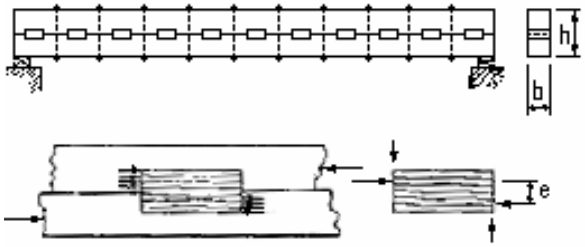


Рисунок 1.21 – Балка с соединением на призматических шпонках. Схема распределения усилий в шпонках.

Большой вклад в создание пространственных деревянных конструкций и сооружений внес ***Владимир Григорьевич Шухов*** (1853-1939г). Среди деревянных конструкций В.Г. Шухова следует выделить тонкостенные дощатые своды, которые представляли собой многослойную конструкцию из тонких, уложенных плашмя и изогнутых по дуге досок. Распор свода воспринимался металлическими затяжками. Также В.Г. Шуховым были разработаны плоские арочные конструкции, сводчатые конструкции.

В 20 - 30гг. была создана система нормативных документов по проектированию деревянных конструкций СНиП II–25-80 «Нормы проектирования деревянных конструкций».

В 20-е годы начали применять дощато-гвоздевые конструкции виде балок с перекрестной дощатой стенкой, которая в 30-е годы была использована в пространственных конструкциях (цилиндрических сводах, оболочках, башнях). К этому времени относится успешное освоение и применение для сводов и других пространственных покрытий.

Большой вклад внесли кружально-сетчатые конструкции системы ***С.И. Пасельника***; пластинчатые нагели инженера ***В.С. Деревягина***, которые успешно применялись для изготовления деревянных брусчатых балок и верхних сжато - изогнутых поясов ферм.

В теорию и практику применения деревянных конструкций свой вклад внесли также российские ученые: ***В.З. Власов*** (тонкостенные оболочки); ***А.Р. Ржаницын*** (составные стержни на податливых связях); ***В.Ф. Иванов*** (нагельные и гвоздевые соединения).

Одним из эффективных направлений в индустриализации строительства явилось применение деревянных клееных конструкций, позволяющих существенно увеличить пролеты и сечения деревянных конструкций, долговечность сооружений (особенно эксплуатируемых в агрессивных средах).

В настоящее время разработана широкая номенклатура клееных конструкций. В их числе: арочные большепролетные конструкции, гнутоклееные рамы, балки и стрельчатые арки пролетом, трехшарнирные арки пролетом, панели стен и плиты покрытий пролетами 3 и 6 м и др.

БЕТАНКУР Августин Августинович **(**полное имя Августин Хосе Педро дель Кармен Доминго де Канделария де Бетанкур и Молина) — испанский, затем российский государственный деятель и учёный, генерал-лейтенант русской службы, архитектор, строитель, инженер-механик и организатор транспортной системы Российской империи.

МОНФЕРРА́Н Август Августович **(**Огюст Рикар де М.) (1786—1858) — арх. род. во Франции, в Шайо. Учился в Политехнической школе у арх. Ш. Персье и П. Фонтэна. В 1816 переехал в Петербург. Первая постройка — дом Лобанова-Ростовского (1817—20). В 1818 имп. Александр I назначил М. гл. строителем четвертого Исаакиевского собора, строившегося 40 лет. Лучшее произв. МОНФЕРРА́НА — Александровская колонна на Дворцовой пл. в Петербурге (1829—34). По проекту МОНФЕРРА́НА были построены особняки Демидова (1835—40), ставшие первыми в России произв. неоренессанса, оформлены в Зимнем дворце Тронный, Петровский, Малахитовый и др. залы. МОНФЕРРА́Н поднял на прочный фундамент Царь-Колокол в Москве (1836), выполнил проект памятника имп. Николаю I на Исаакиевской площади. Превосх. инженер, МОНФЕРРА́Н впервые в Петербурге применил в Исаакиевском соборе цельнометаллический купол.

1.2 Современное состояние, области применения, перспективы развития. Рациональные области применения деревянных конструкций

За последние 20 - 30 лет построены многие уникальные здания и сооружения с применением деревянных конструкций. В первую очередь, это здания с арочными конструкциями и с различными конструктивными решениями восприятия распора:

- Дворец спорта в г. Архангельске перекрыт трехшарнирными деревянными арками пролетом 63,0м с шагом арок 6,0м, сечением арок 320 х

1600мм. Распор воспринимается железобетонными конструкциями примыкающий помещений.

- Олимпийский тренировочный манеж в г. Минске перекрыт трехшарнирными клееными деревянными арками пролетом 49,0м. Распор воспринимается железобетонными контрофорсами.

- Тренировочный каток с искусственным льдом на Центральном стадионом «Локомотив» в г. Москве, пролет здания 42,0м. Покрытие выполнено в виде цилиндрической оболочки из клееных деревянных конструкций с шагом диафрагм оболочки 12,0м. Диафрагмы состоят из верхнего пояса сечением 270х1000мм и нижнего пояса из металлических швеллеров.

Широкое применение в массовом строительстве нашли треугольные металлодеревянные безраскосные фермы с верхним поясом из клееной древесины пролетом 18,0м; треугольные металлодеревянные брусчатые фермы пролетом 12,0м; стрельчатые клееные деревянные арки и рамы пролетом от 18,0 до 62,0м для складских зданий хранения сыпучих материалов.

Разработаны жесткие соединения клееных деревянных конструкций (по аналогии с закладными деталями железобетонных конструкций)

Сочетание узловых вклееных стержней с линейным армированием клееных дервянных элементов (исследование проводятся под руководством *В.Ю. Щуко*) является дальнейшим этапом в развитии клееных деревянных конструкций для большепролетных зданий.

В современном строительстве применяются балки, склеенные из досок, уложенных плашмя (***дощатоклееные балки***), балки с дощатыми поясами и фанерной стенкой (***клеефанерные балки***). Дощатоклееные балки изготавливают постоянного и переменного сечения пролетом от 10 до 30 - 40м. Применяют также балки криволинейного очертания. Из клеефанерных балок наиболее индустриальными оказались ***балки с волнистой фанерной стенкой***.

Современные ограждающие конструкции – прежде всего клееные панели заводского изготовления с одной или двумя обшивками из водостойкой фанеры. Их применяют для стен и покрытий, производственных и сборных жилых зданий.

Основным достоинством клееных деревянных конструкций является возможность, путем склеивания пиломатериалов по длине, а также – по высоте и ширине поперечного сечения, изготовление элементов конструкций с размерами поперечных сечений практически любых очертаний и размеров.

Из клееной древесины изготавливаются как конструкции массового изготовления для зданий пролетом от 12,0 до 45,0м, так и конструкции уникальных сооружений пролетами от 60,0 до 150,0м.

Контрфорс - (от франц. contre-force — противодействующая сила), поперечная стенка, вертикальный выступ или ребро, усиливающие основную несущую конструкцию (преимущественно стену с наружной стороны постройки) и воспринимающие главным образом горизонтальные усилия (распор от сводов, перекрывающих здание, давление грунта на подпорные стенки, и т. п.). К основанию стены поперечное сечение

контрофорсов обычно плавно или уступами увеличивается; при незначительных горизонтальных усилиях сечение по высоте может оставаться постоянным.

Рациональные области применения деревянных конструкций:

1) зрительные и общественные здания, спортивные сооружения, выставочные павильоны, рынки и др. пролетом от 18 до 100 метров;
2) здания с химически активной средой (складские здания пролетом до 45,0м для перегрузки и хранения минеральных удобрений);
3) производственные и сельскохозяйственные здания;
4) неотапливаемые здания промышленных предприятий;
5) быстровозводимые здания комплектной поставки (для отдаленных районов Севера);
6) инженерные сооружения (опоры линий электропередач, мосты небольшой грузоподъемности, переходные мосты и т.д.)

1.3 Основные свойства древесины как конструкционного материала: достоинства и недостатки

К достоинствам древесины относятся следующие:

- небольшая плотность и высокая удельная прочность;
- низкий коэффициент теплопроводности;
- относительно низкий коэффициент температурного расширения;
- высокая химическая стойкость (по отношению к агрессивным солевым и кислотным средам);
- легкость обработки, высокие акустические качества, богатство сырьевой базы.

Главными недостатками древесины являются следующие:

- неоднородность, которая вызвана особенностями строения материала, наличием естественных пороков. Это приводит к разбросу показателей прочности по отношению к направлению волокон;
- зависимость свойств древесины от ее собственной влажности и от влажности окружающей среды;
- подверженность древесины загниванию и повреждению древоточинам.