

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Московский информационно-технологический университет –
Московский архитектурно-строительный институт
(МИТУ-МАСИ)

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы на тему:

«Разработка схемы пространственного крепления, обеспечивающей
жесткость и неизменяемость сооружения из древесины»
(по вариантам)

для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»

Москва 2022

ВВЕДЕНИЕ

Цель курсового проекта - закрепление у студентов теоретических знаний и развитие навыков самостоятельной работы в области расчета и проектирования конструкций из дерева и пластмасс.

В процессе проектирования студенты должны проявить умение самостоятельно работать с научно-технической литературой, использовать новейшие нормативные и справочные материалы.

Особую ценность имеют новые, оригинальные, экономичные решения.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовой проект выполняется на основании индивидуального задания. Схема здания или сооружения принимается по приложению 1 в соответствии с последней цифрой ИНС студента. Остальные исходные данные выбираются из таблицы 1 в соответствии с порядковым номером букв фамилии, имени и отчества студента. Пример выбора исходных данных приведен в табл. 2.

Материал несущих конструкций - древесина хвойных пород: ель, сосна.

Условия эксплуатации, тепловой режим зданий и другие необходимые исходные данные принимаются в соответствии с функциональным назначением здания.

Задание на курсовую работу согласовывается с преподавателем и, при необходимости, корректируется.

ОБЪЕМ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект включает в себя расчет ограждающих и несущих конструкций здания или сооружения, узловых соединений элементов конструкций, разработку схемы пространственного крепления, обеспечивающей жесткость и неизменяемость здания или сооружения, а также необходимые мероприятия по защите конструкций от загнивания и возгорания.

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки (30-40 страниц текста) и графической части (1 лист формата А - 1).

Пояснительная записка включает в себя: задание на проектирование; введение; основную часть со всеми статическими и конструктивными расчетами, которые обязательно сопровождаются необходимыми чертежами, эскизами, схемами; раздел, посвященный мерам защиты конструкций от загнивания и возгорания; основные ТЭП проекта, заключение и список использованной литературы.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Буква Ф.И.О	Место строительства	Шаг не- сущих констр м	Расчетный пролет, м		Диа- метр, м	Высота, м		Дли- на зда- ния, м	Материал Обшивок панелей	Средний Слой панели
			арок	рам		арок, f/l	рам, h			
А	Березники	3,0	15	12	30	1/2	3,8	42	Асбестоцемент	Минвата
Б	Кунгур	3,5	18	15	36	1/3	4,2	64	Фанера ФСФ	Пенопласт ПСБ-с
В	Пермь	4,0	21	18	40	1/4	4,8	72	Фанера ФБС	Пенопласт ФРП-1
Г	Волоколамск	4,5	25	21	42	2/3	5,0	84	Полиэфирный	Пенополиуретан
Д	Екатеринбург	5,0	30	24	48	1/6	5,5	90	Фанера ФСФ	Пенопласт ПХВ-1
Е	Чусовой	5,5	36	26	50	1/2	6,0	96	Асбестоцемент	Пенопласт
Ж	Пермь	6,0	45	28	55	1/3	8,2	100	Фанера ФСФ	Минвата
З	Вологда	5,5	50	30	60	1/4	7,5	64	Фанера ФБС	Минвата
И	Архангельск	5,0	55	28	62	2/3	7,0	72	Асбестоцемент	Пенопласт ПСБ-С
К	Соликамск	4,5	60	26	70	1/4	6,5	100	Фанера ФСФ	Пенопласт ФРП-1
Л	Красноярск	4,0	64	24	75	1/3	6,2	96	Фанера ФБС	Пенопласт ПС-1
М	Архангельск	3,5	75	21	80	1/2	6,0	72	Асбестоцемент	Пенопласт ПС-4
Н	Тверь	3,0	80	18	85	1/2	5,8	84	Деревянный щит	Минвата
О	Краснокамск	3,5	75	21	90	1/8	5,5	96	Фанера ФСФ	Минвата
П	Челябинск	4,0	70	24	85	1/2	5,0	90	Фанера ФБС	Минвата

Буква Ф.И.О	Место строительства	Шаг не- сущих констр м	Расчетный пролет, м		Диа- метр, м	Высота, м		Дли- на зда- ния, м	Материал Обшивок панелей	Средний Слой панели
			арок	рам		арок, f/l	рам, h			
Р	Москва	4,5	65	28	80	1/3	4,8	84	Асбестоцемент	Пенопласт ПС-1
С	Чита	5,0	60	30	75	1/4	4,6	74	Фанера ФСФ	Пенопласт ПСБ-С
Т	Курган	5,5	55	18	70	1/3	4,2	72	Фанера ФБС	Пенопласт ФРП-1
У	С-Петербург	6,0	50	21	65	1/2	4,0	64	Полиэфирный	Минвата
Ф	Н-Новгород	5,5	45	24	62	1/3	3,8	74	Фанера ФСФ	Минвата
Х	Хабаровск	4,0	40	26	60	1/4	3,6	80	Асбестоцемент	Пенополиуретан
Ч	Новосибирск	4,0	30	30	50	2/3	5,2	92	Фанера ФБС	Минвата
Ш	Омск	3,5	45	28	45	1/4	6,0	64	Асбестоцемент	Минвата
Щ	Иркутск	3,0	50	26	40	1/3	6,6	84	Фанера ФСФ	Пенополиуретан
Ы	Тында	4,5	62	24	36	1/2	5,5	78	Фанера ФБС	Пенопласт ФЛ-1
Ь	Чайковский	6,0	45	21	48	1/4	5,0	60	Асбестоцемент	Пенопласт ПХВ-1
Э	Чусовой	3,0	50	18	50	1/2	4,8	90	Асбестоцемент	Минвата
Ю	Тюмень	4,5	60	21	60	1/3	3,8	84	Фанера ФСФ	Пенопласт ПС-1
Я	Добрянка	6,0	40	24	80	1/2	5,0	72	Фанера ФСФ	Минвата

Пример выбора исходных данных для проектирования

Буквы Ф.И.О.	Номер по списку	Схема здания	Исходные данные
И	3	по прил. 1 схема 3: зер- носклад	Место строительства – г. Архангельск
В			Шаг несущих конструкций – 4 м
А			Расчетный пролет арок – 45 м
Н			Высота арок, $f/l = 1/2$
О			Длина здания – 96 м
В			Материал обшивок панелей – фанера
			ФБС
А			Средний слой панели - минвата

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

- В соответствии с исходными данными выполнить:
 - сбор нагрузок на покрытие;
 - статический и конструктивный расчет плиты покрытия;
 - подробный статический расчет несущих конструкций;
 - конструктивный расчет несущих конструкций: подобрать сечения, проверить напряжения во всех элементах несущих конструкций, сконструировать и рассчитать узловые соединения элементов;
 - оформить пояснительную записку и выполнить графическую часть проекта.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Расчет плит покрытия

Рекомендуется применять, как правило, беспрогонное решение покрытия здания, т.е. производить укладку плит покрытия непосредственно по несущим конструкциям. Для некоторых типов зданий, например, холодных складов минеральных удобрений, применяются неутепленные плиты или дощатые щиты покрытия, которые укладываются по прогонам.

В соответствии с заданием, на основе знакомства с учебной и научно-технической литературой, выбираются следующие типы плит покрытия на деревянном каркасе:

а) для плоских малоуклонных покрытий (с уклонами 1:10, 1:12 и криволинейных покрытий под рулонную кровлю:

- клеефанерные с двусторонними обшивками из водостойкой фанеры (один слой рулонного ковра наклеивается на заводе);
- с двусторонними обшивками из плоских асбестоцементных листов;
- с верхней обшивкой из плоских асбестоцементных листов и нижней обшивкой из фанеры или других листовых материалов на основе древесины и пластмасс;

б) для плоских покрытий (с уклонами 1:3, 1:4) под жесткую кровлю из волнистых асбестоцементных листов или кровлю с применением профилированного настила (стального, алюминиевого):

- клеефанерные с нижней обшивкой из водостойкой фанеры;
- с нижней обшивкой из плоских асбестоцементных листов или других листовых материалов на основе древесины и пластмасс.

Необходимо отметить, что для плоских покрытий с уклонами 1:3, 1:4 применяется кровля из волнистых асбестоцементных листов или профилированных стальных листов, которые должны укладываться непосредственно после монтажа плит покрытия, для исключения увлажнения утеплителя атмосферными осадками. Вентиляция в таких плитах осуществляется через волны кровельных листов от карнизного узла к коньку здания. В плитах покрытий под рулонную кровлю вентиляция осуществляется вдоль здания через отверстия в торцевых и поперечных ребрах каркаса плиты. Площадь вентиляционных отверстий определяется расчетом в зависимости от температурно-влажностного режима помещения, климатического района и протяженности вентилируемого ската (расчет вентиляционных отверстий не входит в состав данного курсового проекта).

Обшивки клеефанерных плит назначаются толщиной не менее 8 мм. Деревянный каркас изготавливается из пиломатериалов хвойных пород 2-го сорта. Каркас состоит из продольных, поперечных и торцевых ребер. Поперечные ребра ставятся в местах стыков фанерных обшивок. Доски для ребер плит с плоскими асбестоцементными обшивками не острогиваются, так как, листы крепятся к деревянному каркасу на шурупах, а для клеефанерных плит кромки досок фрезеруются и поэтому размеры ребер необходимо принимать по сортаменту (см. прил. 2) с учетом припусков на острожку (например, ширина досок по сортаменту 175 мм, после острожки - 170 мм). При длине плиты 6 м или требуемой высоте сечения ребер более 175 мм рекомендуется применять клееные деревянные ребра из-за дефицитности пиломатериалов больших сечений.

Фанерные обшивки и продольные ребра каркаса, связанные между собой синтетическим клеем в одно целое, образуют коробчатое (под рулонную кровлю) или тавровое (под асбестоцементную кровлю) рабочее сечение. Тол

щина слоя утеплителя определяется теплотехническим расчетом. Рекомендуется использовать эффективные теплоизоляционные материалы, такие как жесткие и полужесткие минераловатные плиты на битумном или синтетическом связующем, пенопласты различных марок, пенополиуретан и сотопласты. Выбор утеплителя осуществляется по таблице исходных данных.

Геометрические размеры плиты определяются следующим образом: длина плиты зависит от шага несущих конструкций и, как правило, не превышает 6 м, ширина принимается равной 1,5-3 м; высота предварительно назначается в пределах $1/35$ - $1/20$ пролета плиты. После конструктивного расчета высота плиты уточняется.

Статический расчет плит ведется по общим правилам строительной механики как балки на двух опорах. Длина опирания плиты на несущие конструкции должна быть не менее 55 мм, следовательно, расчетный пролет плиты равен:

$$l_p = l - a,$$

где l - геометрическая длина плиты;

a - длина площадки опирания плиты на несущую конструкцию.

Плиты покрытия рассчитывается на следующие нагрузки: постоянные (собственная масса) и временные (снеговая нагрузка). Верхняя обшивка плит под рулонную кровлю дополнительно рассчитывается на местный изгиб от сосредоточенной силы $P=1 \text{ кН}$ с коэффициентом надежности по нагрузке 1,2.

Конструктивный расчет плит выполняется в соответствии с указаниями Свода правил и состоит из расчета на прочность и жесткость. Методика расчета зависит от типа плиты (подробнее см. пособие [11]).

После выполнения проверочных расчетов необходимо оценить результаты и сделать один из соответствующих выводов:

а) конструкция плиты удовлетворяет условиям прочности и жесткости; б) конструкция плиты не удовлетворяет условиям прочности или жесткости

- требуется увеличить толщину обшивок или сечение продольных ребер или количество ребер и затем повторить расчет;

в) плита запроектирована с большим запасом прочности и жесткости

- необходимо уменьшить размеры сечения плиты и повторить расчет.

Расчет несущих конструкций

Геометрический расчет конструкций производится на основе заданных генеральных размеров.

Определяются по правилам геометрии с точностью до 1 мм :

- для сквозных конструкций - длины панелей, решетки;

- для арочных конструкций - радиус кривизны, длина дуги, центральный угол, абсциссы и ординаты расчетных сечений, углы наклона касательной к расчетным сечениям;

- для рамных конструкций - длины стоек и ригелей (по осям) и другие необходимые размеры.

Сбор нагрузок - это наиболее ответственный этап при расчете, которому надо уделить особое внимание. Сбор нагрузок ведется в соответствии с исходными данными и указаниями СП 20.13330.2018 Нагрузки и воздействия [1].

При сборе нагрузок масса стенового ограждения принимается равной массе подсчитанной в проекте плиты покрытия (так как расчет стеновых панелей не входит в объем данного курсового проекта).

Нагрузка от собственной массы несущей конструкции вычисляется приблизительно по формуле:

$$q_{с.м.}^n = \frac{q_n^n + P_{сн}^n + P_{вр}^n}{\frac{1000}{K_{см}} - 1} \cdot l, \quad (1)$$

где q_n^n - нормативная нагрузка от собственной массы покрытия, $кН / м^2$;

$P_{сн}^n$ - нормативная снеговая нагрузка на покрытие, $кН / м^2$;

$P_{вр}^n$ - полезная нагрузка на покрытие, включая вес подвесного оборудования, $кН / м^2$;

$K_{см}$ - коэффициент собственной массы несущей конструкции, определяемый по справочным таблицам, например, см. [3];

l - пролет несущей конструкции, $м$.

Расчетные сочетания нагрузок принимаются по СП 20.13330.2018 Нагрузки и воздействия [1].

При расчете ферм распределенные нагрузки собираются в узлы ферм.

Статический расчет конструкций выполняется с целью определения расчетных усилий в сечениях конструкций. Он производится по общим правилам строительной механики аналитически или по стандартным программам на ЭВМ. Результаты вычислений сводятся в таблицы и иллюстрируется эпюрами внутренних усилий.

При расчете ферм расчетные усилия в поясах получаются при загрузении постоянной и временной (снеговой) нагрузкой по всему пролету, а расчетные усилия в решетке - при загрузении снегом половины пролета.

Конструктивный расчет несущих конструкций включает в себя подбор сечений всех элементов, конструирование и расчет соединений элементов конструкций.

В сквозных конструкциях сечения подбираются: для поясов (верхнего и нижнего) - по усилиям в наиболее напряженных панелях; для решетки - по наибольшему усилию в наиболее напряженном элементе (раскосе). Для менее нагруженных элементов принимаются те же сечения в целях унификации.

Ширина сечения всех элементов (верхнего и нижнего поясов, решетки) должна приниматься одинаковой.

Арочные и рамные системы в конструктивном отношении рассматриваются как сжато-изогнутые стержни и рассчитываются по правилам расчета таких стержней. Расчетная длина арок и рам при проверке устойчивости в плоскости зависит от статической схемы и характера нагружения (симметричного и несимметричного).

Размеры элементов назначаются с учетом действующего сортамента пиломатериалов (см. прил.2) и необходимых припусков на механическую обработку пиломатериалов. Ширина сечений клееных элементов назначается с учетом припусков на обработку боковых поверхностей заготовочных блоков (примерно 10-15 мм): для конструкций пролетом до 30 м ширина сечения принимается равной 115, 140, 165, 185, 210 мм; при пролетах более 30 м - применяются сечения склеенные по ширине размерами, как правило, - 225, 250, 300 мм, либо проектируются спаренные сечения (на одном фундаменте устанавливается две конструкции).

Высота сечения определяется расчетом, но не рекомендуется принимать ее больше 160 см (по технологическим причинам).

При больших пролетах и нагрузках, рекомендуется принимать спаренные конструкции, клефанерные сечения с использованием фанеры марок ФСФ или ФБС, армированные сечения и другие эффективные типы сечений.

Стойки (колонны) во всех схемах, где они есть, необходимо проектировать деревянными или клееными деревянными.

Толщина слоев после острожки для изготовления клееных деревянных прямолинейных элементов принимается равной 32 мм, для гнутоклееных элементов толщина слоев зависит от радиуса кривизны элемента, но не рекомендуется назначать толщину меньше 14-16 мм.

В изгибаемых и сжато-изгибаемых клееных деревянных элементах рекомендуется применять древесину двух сортов а при высоте сечения более 1м - древесину 3 сортов, используя в крайних зонах на 0,15 высоты поперечного сечения более высокий сорт (0,15h - 1-й сорт, затем 0,15h - 2-й сорт и в середине сечения, где нормальные напряжения минимальные - 3-й сорт), по которому и назначаются расчетные сопротивления древесины (R_c , R_n).

Для всех типов конструкций производится расчет узлов. В стержневых системах детально рассчитываются все узлы верхнего и нижнего поясов, начиная с опорного.

Для арочных систем рассчитываются опорный и коньковый узлы, а также, при большой длине отпавочных элементов - монтажный стык, в рамах - опорный, карнизный и коньковый узлы.

Для конструкций, находящихся в условиях химической агрессии, должны разрабатываться такие виды сопряжений, которые гарантируют их надежную эксплуатацию в течение всего срока функционирования здания.

Расчет узлов тесно связан с их конструированием. Рекомендуется сначала сконструировать узел эскизно, а затем выполнить детальные расчеты и

окончательное конструктивное оформление с уточнением всех размеров. Необходимо по возможности унифицировать узлы в одной конструкции. Не допускается применение разнотипных связей в узлах.

Все расчеты необходимо сопровождать конструктивными чертежами, выполненными в масштабе 1:5; 1:10 на отдельных листах миллиметровки, помещаемых в текст пояснительной записки.

Обеспечение пространственной жесткости каркаса

Плоские конструкции (балки, арки, рамы, фермы и т.д.) предназначены для восприятия нагрузок, действующих в их плоскости. В зданиях и сооружениях различные плоские конструкции соединяются между собой связями, прогонами или плитами покрытия, образуя пространственную систему, которая должна обеспечить надежное восприятие внешних сил любого направления.

При этом передача усилий от одних частей сооружения на другие, вплоть до его основания, должна происходить без какого-либо нарушения устойчивости, жесткости и прочности всей пространственной конструкции в целом и отдельных ее частей.

Связи рекомендуются располагать в плоскости верхнего пояса ферм, балок, арок, рам. Связевые блоки (в состав связевого блока входят связи по покрытию и колоннам каркаса) устраивают в торцах зданий и по длине здания не реже чем через 21-30 м по длине здания. Связевые блоки у торцов здания можно не устраивать, если торцевые каменные или железобетонные стены могут воспринимать горизонтальные нагрузки.

В арочных, рамных и тому подобных конструкциях при наличии сжимающих усилий по внутренней кромке для предотвращения выхода ее из рабочей плоскости устанавливаются продольные связи жесткости (распорки, связевые фермы).

Конструкция вертикальных и горизонтальных связей между плоскими рамами принимается в зависимости от типа, высоты сечения и шага несущих конструкций.

В качестве поясов связевых ферм используются верхние пояса несущих конструкций (или верхние по высоте сечения зоны поперечного сечения конструкций).

Решетка связевых ферм выполняется раскосной из деревянных элементов или, при длине этих элементов более 4,5 м, крестовая из стальных тяжей.

Конструирование и расчет связей в курсовом проекте не требуется. Порядок расчета таких систем приведен в работе [10].

Рекомендации по защите конструкций от загнивания и возгорания

Основным направлением борьбы с загниванием является создание осушающего режима, исключаящего возникновение очагов загнивания. При

проектировании деревянных конструкций должны предусматриваться и соблюдаться меры, предотвращающие возможность капельного переувлажнения древесины как при возведении зданий и сооружений, так и при их эксплуатации. К мерам конструктивной профилактики относятся: устройство надежной гидроизоляции и пароизоляции, обеспечение свободного доступа копорным узлам ферм и балок (низ несущих конструкций стоек, рам должен находиться на отметке +0,3 м, а арок - на отметке +0,5 м); изоляция деревянных элементов от кирпича, бетона и металла; обеспечение сквозного проветривания подвалов и чердаков; устройство вентиляционных продухов в стеновых панелях и панелях покрытия. Для изготовления конструкций допускается использовать только сухие пиломатериалы с влажностью не более 10%

- для КДК, и с влажностью не более 20% - для не клееных конструкций.

Если в процессе эксплуатации возникает опасность переувлажнения деревянных конструкций, то наряду с конструктивными мерами применяются химические меры защиты древесины от загнивания. Защита мелких деталей и изделий из древесины производится путем пропитки их водорастворимыми или маслянистыми антисептиками. Наибольшее применение находят водорастворимые антисептики - смесь технической буры и борной кислоты (ББК- 3), кремнефтористый аммоний, кремнефтористый натрий, пентахлорфенолят натрия, хромат меди (ХМ-5, ХМБ-444), медно-хромцинкавый препарат МХХД.

Для защиты от гигроскопического переувлажнения несущих клееных деревянных конструкций через боковые поверхности рекомендуются влагозащитные покрытия из синтетических лаков и эмалей. Применяются главным образом пентафталевые эмали ПФ-115, ПФ-117, ПФ-133 и хлориниловые эмали ХФ-110, ХВ-113, ХВ-1100 уретановые и пентафталевые лаки ПФ-170, ПФ-238, ПФ-283 используются при защите клееных и клефанерных конструкций, а также изделий из древесных материалов для сохранения естественного вида защищаемых поверхностей.

Толщина лакокрасочного покрытия должна находиться в пределах 90-150 мкм в зависимости от типа покрытий и условий эксплуатации.

Торцы клееных деревянных конструкций и места соприкосновения с металлическими накладками защищаются тиоколовыми мастиками У-30М и УГ-32 или эпоксидными шпатлевками К-153 и К-115. В металлодеревянных конструкциях металлические детали защищаются от коррозии в соответствии с рекомендациями СП 72.13330.2018 «Защита строительных конструкций от коррозии».

В пояснительной записке следует конкретно указать какая конструкция (или элемент конструкции) защищается, чем защищается, каким способом. Например, для клефанерной утепленной плиты покрытия под рулонную кровлю:

конструктивные меры защиты - устройство вентиляции вдоль ската кровли, вынос карниза на 500мм от продольной стены, надежное устройство стыков (утепленный расширенный продольный стык);

химические меры защиты - пропитка деревянных ребер панелей 10%-ным раствором кремнефтористого аммония (КФА) по способу горяче-холодных ванн, окраска фанерных обшивок пентафталевой эмалью ПФ-115 за два раза (эта окраска для нижней обшивки одновременно является пароизоляцией).

По условиям огнестойкости при проектировании следует отдавать предпочтение конструкциям прямоугольного массивного сечения, предел огнестойкости которых составляет 30-40 минут и защита которых антипиренами не требуется. Для повышения огнестойкости узловых соединений рекомендуется размещать металлические крепежные элементы в толще деревянного элемента.

Элементы ограждающих конструкций и другие деревянные элементы, имеющие небольшие размеры, должны обрабатываться антипиренами (ББ- 11, МБ-1 МС-1 и др.) или окрашиваться огнезащитными красками типа ПХВО с расходом 0,6кг/м². Подробнее вопросы повышения долговечности ограждающих и несущих деревянных конструкций освещаются в работах [5, 10].

Рекомендации по выполнению графической части курсового проекта

На листе показываются:

1. Рабочий чертеж основной несущей конструкции (арки, рамы, фермы и стойки двухшарнирной рамы и т.д.):

а) геометрическая схема в осях с указанием пролета, высоты конструкций, всех расстояний между центрами узлов ферм, координат расчетных сечений арок, необходимых размеров для построения геометрии рам; масштаб 1:400;

б) расчетная схема с генеральными размерами и всеми расчетными нагрузками; показываются расчетные усилия: в фермах расчетные продольные усилия во всех элементах с указанием знака; в арках и рамах - суммарная расчетная эпюра моментов с указанием в расчетных сечениях продольных сил; для стоек двухшарнирных рам - величины расчетных продольных сил и изгибающих моментов; масштаб 1:400 (возможно совмещение геометрической и расчетной схемы);

в) общий вид основной несущей конструкции, включая все необходимые проекции, разрезы и сечения; масштаб 1:20, 1:40. Если конструкция симметричная, то на общем виде изображается ее половина с указанием оси симметрии;

г) спецификации материалов на несущую конструкцию отдельно для древесины и стали с подсчетом суммарного расхода древесины (в м³) и стали (в кг).

Если в проекте есть ферма, то спецификация разрабатывается только на ферму (форма спецификации приведена в табл. 3 и 4).

Таблица 3

Спецификация древесины

Марка	Наименование элементов	Сечение, мм	Длина, мм	Кол-во	Объем, м ³	
					одного элемента	всего на ферму
МД-1	Верхний пояс	140х315	5495	5	0,26	1,30

Таблица 4

Спецификация стали

Марка	Номер позиции	Размеры, мм			Количество деталей на 1 ферму	Масса, кг		
		профиль	длина	на 1 марку		1 шт.	всего	на ферму
МС-1	1	120х6	6500	4	8	41,5	166,0	332,0

Если в проекте есть арка или рама, то спецификация разрабатывается для всех элементов покрытия и несущего каркаса на один шаг несущих конструкций, отдельно по маркам. В итоге спецификации должен быть указан общий расход древесины, в том числе клееной, фанеры, металла на марку спецификации и общая масса конструкций.

2. Рабочий чертеж панели (щита) покрытия: план, поперечный и продольный разрезы с указанием всех размеров в масштабе 1:5, 1:10.

3. Узлы сопряжения элементов в масштабе 1:5, 1:10. Показываются: для ферм - все характерные узлы; для арок, рам - опорный, коньковый узлы и монтажный стык (если он необходим по условиям транспортабельности) крепление стоек к фундаменту и ригеля к стойкам для двухшарнирных рам; детали крепления ограждающих конструкций к несущим. Узлы даются в двух, трех проекциях.

4. Схемы расположения элементов сборных конструкций (масштаб 1:400, 1:500):

а) схема расположения основных несущих конструкций в плане, с указанием всех необходимых связей в плоскости покрытия, а также мест расположения вертикальных связей;

б) схема вертикальных связей по основным несущим конструкциям, с указанием места их расположения на разрезе;

в) схема связей по продольным осям здания (по стойкам);

г) схема торцового фахверка;

д) схема расположения панелей (щитов) покрытия. На схемах все стержневые элементы вычерчиваются в одну линию, указываются нумерация

и шаг осей, отметки расположения элементов по высоте, марки всех элементов. Элементы маркируются следующими символами: деревянные - МД; клееные деревянные - МКД; стальные -МС; пластмассовые - МП.

Технико-экономические показатели проекта

Учитывая ограниченный объем курсового проекта, рекомендуется определять четыре показателя.

Эти показатели целесообразно определять в расчете на 1 м^2 площади здания по формулам:

Расход древесины в деле - $V_{\partial} (\text{м}^3 / \text{м}^2)$:

$$V_{\partial} = \frac{V_{\partial i} \cdot n_i}{S}, \quad (2)$$

где $V_{\partial i}$ - объем одной конструкции (арки, фермы и т.д), м^3 ;

n_i - количество несущих конструкций;

S - площадь здания в осях, м^2 ;

Расход стали - $G_{cm} (\text{кг} / \text{м}^2)$:

$$G_{cm} = \frac{G_{cmi} \cdot n_i}{S}, \quad (3)$$

где G_{cmi} - расход стали на одну конструкцию, кг .

Фактическая собственная масса несущей конструкции – $q_{с.м.}^{\phi} (\text{кг} / \text{м}^2)$:

$$q_{с.м.}^{\phi} = \frac{q_i \cdot n_i}{S}, \quad (4)$$

где q_i - масса одной конструкции, кг .

Фактический коэффициент собственной массы конструкции - $K_{с.м.}^{\phi}$.

$$K_{с.м.}^{\phi} = \frac{1000 \cdot q_{с.м.}^{\phi}}{(q_n^H + P_{сн}^H + P_{вр}^H) \cdot l}, \quad (5)$$

где $q_{с.м.}^{\phi}$ - фактическая собственная масса несущей конструкции по проекту – см. формулу (4), кг ;

Остальные условные обозначения - см. формулу (1).

Фактический коэффициент собственной массы конструкции сравнивается с принятым вначале проектирования по справочным данным (см. формулу (1)); другие показатели необходимо сопоставить с имеющимися в справочниках и научно-технической литературе и сделать выводы об

эффективности запроектированной конструкции.

Элементы научных исследований в курсовом проекте

Целью этого раздела является приобретение навыков в постановке и проведении научных исследований, в развитии творческого подхода при решении научно-технических задач.

Элементами научных исследований в курсовом проекте могут являться: обзор современного состояния исследуемого вопроса на основе изучения отечественной и зарубежной литературы; анализ развития техники, конструктивных решений; разработка нескольких вариантов узловых соединений элементов конструкций, уточнение и корректировка методов расчета, машинная обработка результатов экспериментальных измерений; проведение технико-экономических исследований, изготовление моделей, макетов, наглядных пособий и т.д.

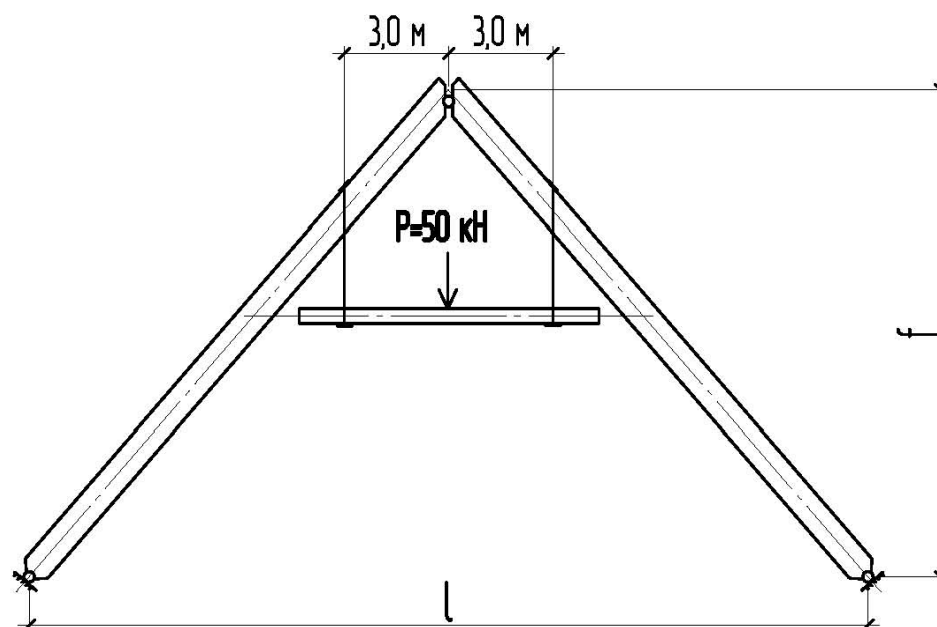
Реальное курсовое проектирование с элементами научных исследований прочно закрепляет теоретические знания, способствует развитию инженерного мышления.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 20.13330.2018 «Нагрузки и воздействия»
2. СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции»
3. Конструкции из дерева и пластмасс: учеб. для вузов / Ю.В. Слищкоухов [и др.]; под ред. Г.Г. Карлсена и Ю.В. Слищкоухова. – 5-е изд. - М.: Стройиздат, 2020. – 543 с.
4. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СП 64.13330.2017)
5. Руководство по обеспечению долговечности деревянных клееных конструкций при воздействии на них микроклимата зданий различного назначения и атмосферных факторов /ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. - М.: Стройиздат, 2021.
6. Конструкции из дерева и пластмасс: учеб. / М.М. Гапоев [и др.]. – М.: Изд-во АСВ, 2018. – 440 с.
7. Конструкции из дерева и пластмасс: учеб. / Д.К. Арленинов [и др.]. – М.: Изд-во АСВ, 2019. – 280 с.
8. Деревянные конструкции. Примеры расчета и конструирования: учеб. пособие / под ред. Д.К. Арленинова. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – 246 с.
9. Ковальчук Л.М. Производство деревянных клееных конструкций / Л.М. Ковальчук. – М.: РИФ Стройматериалы, 2020. – 330 с.
10. Калугин А.В. Деревянные конструкции: учеб. пособие / А.В. Калугин. Издание 2-е, испр. И доп. – М.: Издательство АСВ, 2018. – 288 с. - Пермь: ПГТУ, 2021.- 227 с.
11. Проектирование и расчет ограждающих конструкций: Методические указания по выполнению курсового проекта по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс» / сост. А.В. Калугин, И.Н. Фаизов; - Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2022. – 70 с.
12. Проектирование и расчет элементов деревянных конструкций: учеб. пособие / А.В. Калугин, И.Н. Фаизов, И.Л. Тонков, Н.П. Ушакова; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2016. – 78 с.

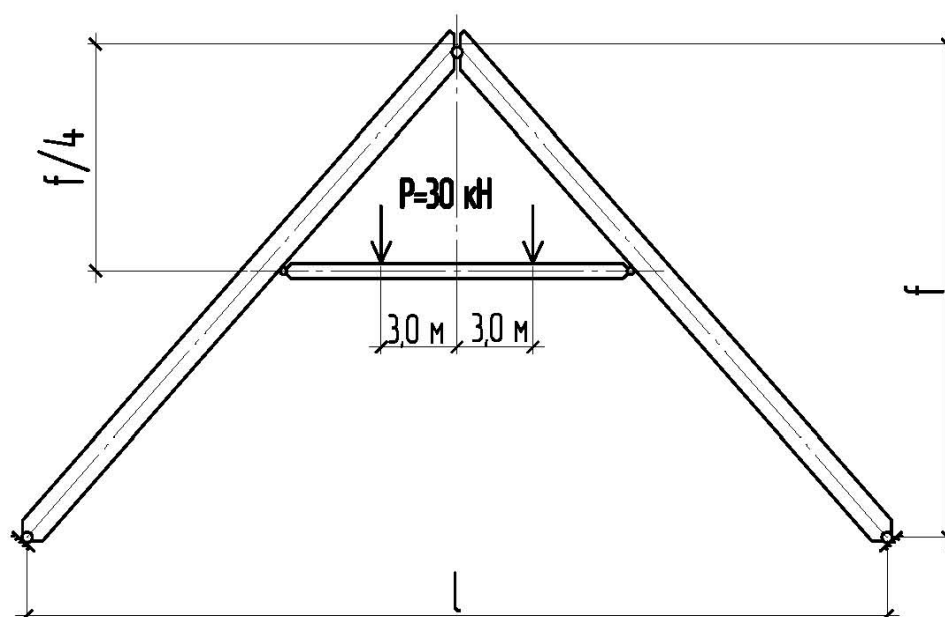
1

Склад минеральных удобрений



2

Склад сыпучих материалов



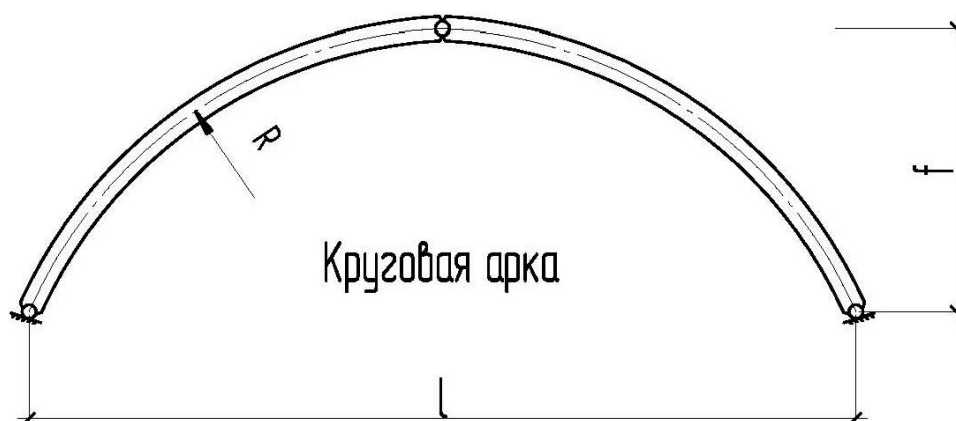
3

Зерносклад



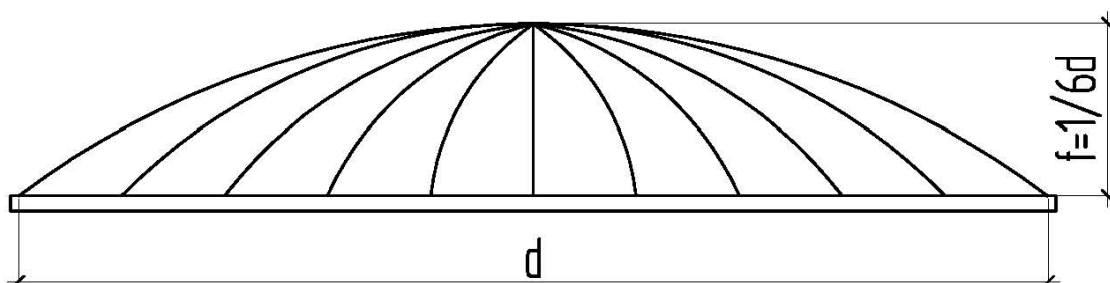
4

Хоккейный стадион

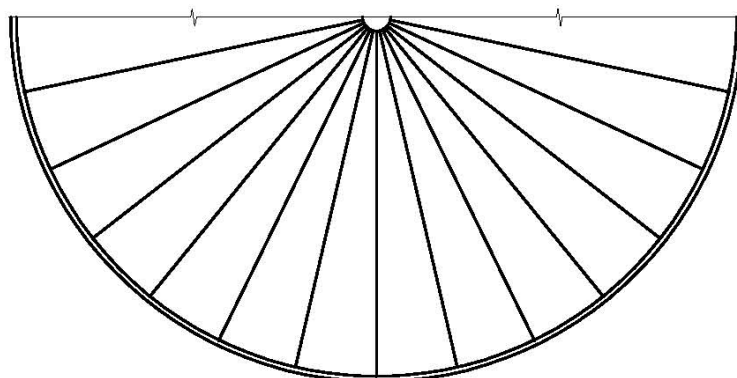


5

Выставочный павильон

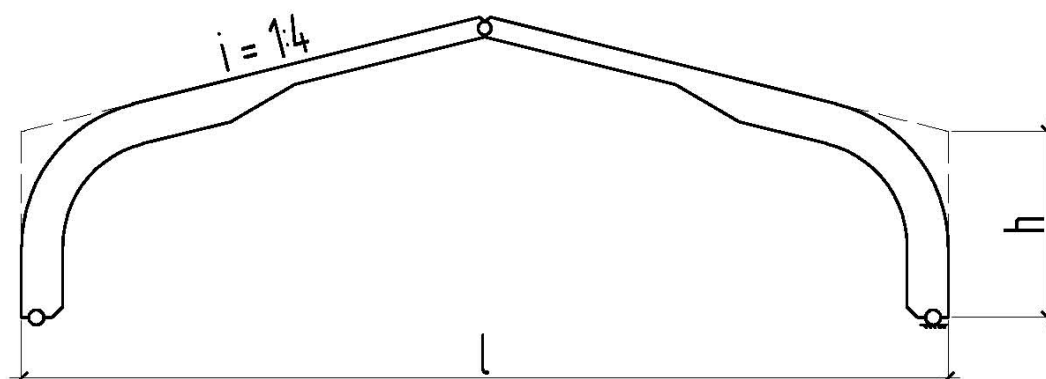


Редристый купол



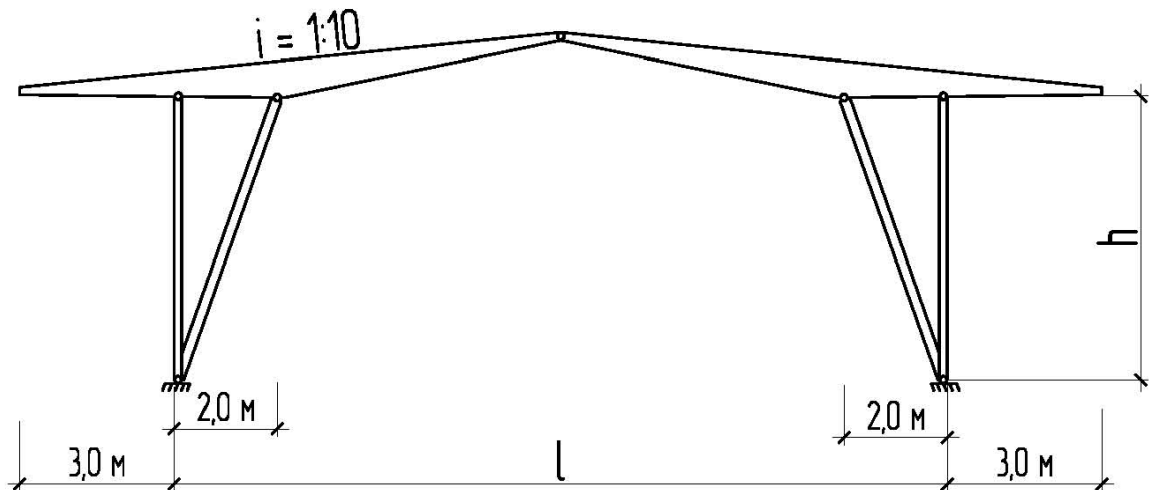
6

Плавательный бассейн



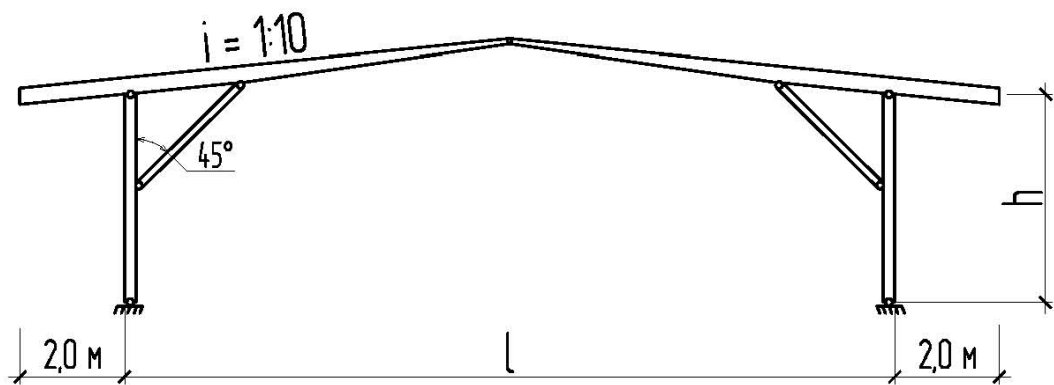
7

Крытый перрон для автовокзала



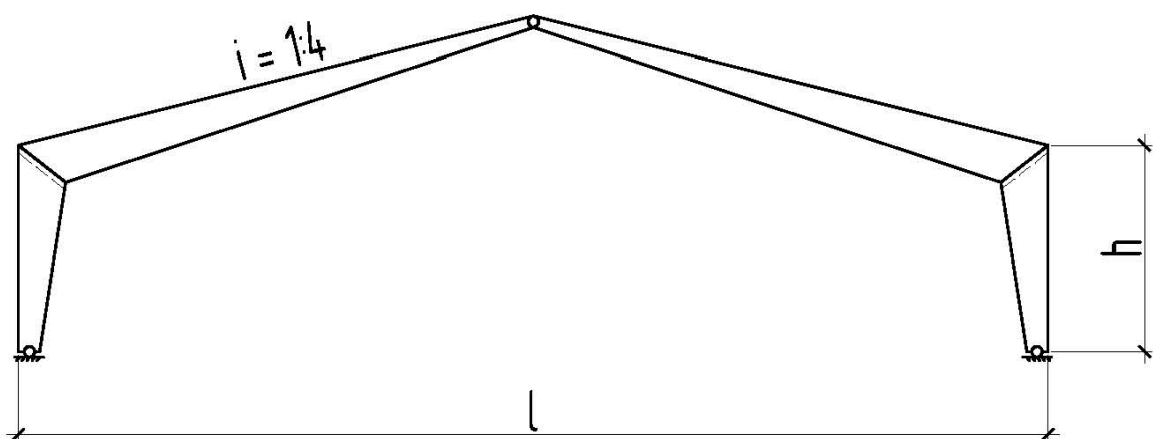
8

Склад готовой продукции



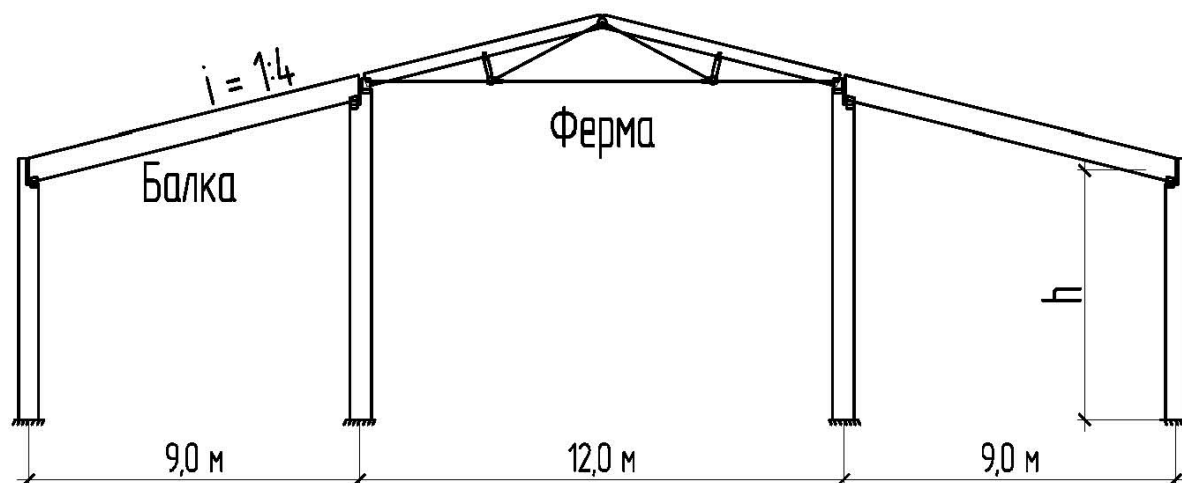
9

Птичник



10

Телятник



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Сортамент пиломатериалов хвойных пород по ГОСТ 24454 - 80

Толщина, мм	Ширина, мм								
16	75	100	125	150	—	—	—	—	—
19	75	100	125	150	175	—	—	—	—
22	75	100	125	150	175	200	225	—	—
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	—	100	125	150	175	200	225	250	275
125	—	—	125	150	175	200	225	250	—
150	—	—	—	150	175	200	225	250	—
175	—	—	—	—	175	200	225	250	—
200	—	—	—	—	—	200	225	250	—
250	—	—	—	—	—	—	—	250	—

Примечания:

а) размеры пиломатериалов установлены для древесины влажностью 20%;

б) предельные отклонения от номинальных размеров по толщине (+/—), мм: до 32 мм - 1; от 40 до 100 мм - 2; более 100 мм - 3;

в) поставка досок шириной более 175 мм и брусьев размерами более 175х175 мм в настоящее время осуществляется только по специальным заказам.

