

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Кафедра строительных конструкций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС»

Составители
Е.А. СМИРНОВ
С.И. РОЦИНА
М.В. ГРЯЗНОВ



Владимир 2012

УДК 624.011.1
ББК 38.5
М54

Рецензент
Кандидат технических наук, профессор кафедры
строительных конструкций
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
В.В. Михайлов

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Кон-
М54 струкции из дерева и пластмасс» / Владим. гос. ун-т ; сост.: Е. А. Смир-
нов, С. И. Рощина, М. В. Грязнов. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. –
58 с.

Содержат требования по проектированию и расчету деревянных конструкций, общие положения по выполнению курсового проекта, номенклатуру несущих и ограждающих конструкций, примеры сравнения вариантов.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения с элементами дистанционных технологий по направлению подготовки 270800 – строительство.

Рекомендованы для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 2. Табл. 9. Библиогр.: 32 назв.

УДК 624.011.1
ББК 38.5

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью курсового проектирования является закрепление и углубление накопленных студентом теоретических знаний и развитие их при практическом решении конкретной инженерной задачи.

При выполнении курсового проекта студент должен решать ряд профессиональных задач. Необходимо собрать, проанализировать и систематизировать исходные данные проектирования здания в соответствии с заданием (прил. 1).

Студент должен уметь рассчитать и законструировать элементы здания с применением современных вычислительных программных комплексов, обеспечивая при этом соответствие разрабатываемого проекта заданию, с учетом современных СНиП, технических регламентов, выполнять технико-экономические обоснования проектных решений объекта с применением современных технологий и строительных материалов.

Курсовой проект является самостоятельной творческой работой студента, поэтому в задании на курсовой проект указаны только контурные габариты проектируемого здания или сооружения и исходные данные для проектирования: район строительства и порода древесины. Характер внутреннего температурно-влажностного режима и другие специальные условия студент принимает самостоятельно.

При проектировании студент в соответствии с заданием должен выбрать наиболее рациональный конструктивный вариант здания или сооружения в технико-экономическом отношении.

На основании задания (см. прил. 1) студент самостоятельно выбирает необходимые для проектирования дополнительные данные о величине постоянных и временных нагрузок, типе утеплителя для отапливаемых зданий в зависимости от конструктивного решения ограждения и др.

Наиболее трудоемкую часть курсового проекта составляет статистический расчет элементов рам на возможные загрузки. Поэтому в практике курсового проектирования студентам рекомендуется при-

менять современные программные комплексы, что способствует ускоренному выполнению вычислительных работ при проектировании.

Перед выполнением курсового проекта студенту следует проработать соответствующие разделы учебных пособий, лекций по курсу, а также изучить нормативные документы – СП, СНиПы, технические регламенты, указания, инструкции, ГОСТы и пр.

Необходимо помнить, что глубокое понимание изучаемого вопроса достигается, прежде всего, при самостоятельной работе над материалом.

1. ТЕМА И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект – разновидность реального проектирования на основе упрощенных в учебных целях данных. Он занимает важное место в процессе обучения студентов.

Темой курсового проекта является конструирование и расчет несущих и ограждающих конструкций зданий (согласно заданию).

При проектировании необходимо стремиться к применению современных и перспективных конструкций и соединений, отвечающих основным требованиям экономичности, индустриальности, технологичности.

Курсовой проект целесообразно выполнять в два этапа.

На первом этапе изучаются исходные данные, проводятся эскизные проработки проекта, отыскание рационального проектного решения, расчет и конструирование как всего здания в целом, так и отдельных его элементов и узлов. Расчетно-пояснительная записка является отражением работы первого этапа проектирования.

Второй этап предусматривает выполнение графической части курсового проекта, включающей чертежи проектируемого здания, ограждающих и несущих конструкций, связей и прочих основных элементов и узлов.

Общий объем курсового проекта включает 3 – 4 листа чертежей формата А2 и расчетно-пояснительную записку объемом 20 – 35 страниц формата А4, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ.

2. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Основные исходные данные на проектирование студент принимает по цифрам присвоенного ему шифра зачетной книжки (см. прил. 1). Студент составляет задание по прил. 2 и утверждает его у руководителя проекта. Дополнительные данные студент принимает, обосновывает и разрабатывает самостоятельно или по заданию руководителя.

3. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЛАН РАБОТЫ НАД КУРСОВЫМ ПРОЕКТОМ

Курсовой проект рекомендуется выполнять в следующем порядке.

1. Разработка проектного решения (70 % общего объема работ), в том числе:

1.1. Изучение исходных данных, ознакомление со специальной литературой (5 %).

1.2. Эскизная проработка проектного решения на основе вариантного проектирования (5 %).

1.3. Расчет и конструирование основных элементов здания:

- ограждающих конструкций (15 %);

- несущих конструкций (25 %).

1.4. Конструирование связей жесткости здания (10 %).

1.5. Составление кратких указаний по защите и эксплуатации конструкций (5 %).

1.6. Оформление расчетно-пояснительной записки (5 %).

2. Разработка рабочих чертежей (30 % общего объема работы), в том числе:

2.1. Монтажная схема здания (5 %).

2.2. Чертежи несущих и ограждающих конструкций (15 %).

2.3. Чертежи конструктивных узлов и стыков (10 %).

Сроки выполнения и защиты курсового проекта регламентируются графиком учебного процесса.

При защите проекта его автор должен уметь обосновать принятое решение и отвечать на поставленные преподавателем вопросы. По ре-

зультатам защиты выставляется оценка за курсовой проект. Она учитывает правильность расчетов и чертежей, рациональность проектного решения, умение объяснить работу любой конструкции.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭТАПАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Изучение и уточнение исходных данных, ознакомление со специальной литературой

На этом этапе студенту необходимо выяснить следующие вопросы:

- из каких материалов состоят основные части здания – кровля, покрытие, стеновые ограждения;
- каковы условия эксплуатации и изготовления конструкций здания и как они влияют на работу (агрессивность, температурно-влажностный режим, специфика производства, порода древесины и прочее);
- какие конструктивные размеры даны и какие необходимо выбрать;
- какие элементы конструкций могут быть выполнены из пластмасс;
- каков климатический район строительства заданного сооружения;
- как влияет назначение здания на его конструктивные решения.

При изучении и уточнении исходных данных студент самостоятельно выбирает недостающие данные, при этом его выбор должен быть обоснован функционально и экономически.

Кроме этого студент должен выбрать мероприятия по защите деревянных конструкций от увлажнения, гниения и возгорания, определить, влияют ли эти мероприятия на конструктивное решение проектируемого здания.

Для удобства работы со специальной литературой, кроме перечня нормативной, учебной и справочной литературы, в настоящих указаниях дается список примеров расчетов по предлагаемому перечню литературы.

4.2. Эскизная проработка проектного решения.

Вариантное проектирование

Целью эскизной проработки является решение принципиальных вопросов соответствия конструктивных решений функциональному

назначению здания или сооружения. На данном этапе выполняют вариантное проектирование и рассматривают вопросы соответствия расчетной и конструктивной схем принятых конструкций, общие вопросы устойчивости сооружения.

Эскизную проработку основного варианта зданий можно выполнять в карандаше. Эскизы согласовывают с преподавателем и подшивают в пояснительную записку курсового проекта.

На данном этапе проектирования студенту необходимо продумать и решить следующие вопросы:

- общая компоновка несущих и ограждающих конструкций основного варианта;
- размещение связевых систем;
- раскладка плит покрытия и панелей стенового ограждения;
- наличие технологических проемов по стенам и в покрытии;
- размещение и размеры дверей, ворот, окон, проемов и др.;
- наличие прогонов, их размещение, расчетные и конструктивные схемы;
- наличие фахверка;
- размещение технологического оборудования и введение его в расчетную схему сооружения (кран, тельфер, транспортер и др.);
- размещение монтажных, технологических и конструктивных стыков и узлов (опирания, сопряжения) несущих и ограждающих конструкций;
- принципиальная конструкция узлов и стыков (врубki, нагели, клей, металлические, пластмассовые и прочие детали и соединения);
- принципиальная конструкция, форма и размеры фундаментов;
- какие ограничения на конструктивное решение накладывают сортаменты пиломатериалов, фанеры, ДВП, ДСП и других материалов.

В эскизной проработке проекта студенту необходимо установить основные размеры ограждающих и несущих конструкций покрытия. Конструкции крыши следует увязывать с типовыми условиями изготовления несущей конструкции. Так, с несущими конструкциями построечного изготовления следует сочетать кровлю по прогонам с применением настила или дощато-гвоздевых щитов, а с несущими конст-

рукциями заводского изготовления целесообразно использовать беспроегонные решения кровли из клефанерных или каких-либо других плит.

Результатом эскизной проработки должно быть ясное представление о всех конструкциях, которые предстоит детально разработать и увязать в общий каркас разрабатываемого здания.

Вариантное проектирование

При выборе варианта и типа конструкции следует учитывать назначение здания, тип кровли, объемно-планировочные параметры здания (пролеты, шаг несущих конструкций и др.), величину нагрузок, условия эксплуатации, архитектурные требования и другие факторы.

Тип несущих конструкций для вариантного проектирования студент принимает самостоятельно по таблицам в рекомендуемой литературе [7; 22; 24; 30], где учитываются объемно-планировочные параметры здания. Варианты несущих конструкций должны представлять собой, как правило, принципиально отличающиеся друг от друга конструкции.

В качестве критерия сравнительной экономической эффективности рассматриваемых вариантов покрытия следует принимать минимум собственной массы к стоимости покрытия.

Длительному сравнению и анализу с определением технико-экономических показателей подвергаются 2 – 3 выбранных варианта несущих конструкций, отвечающие требованиям задания на курсовой проект. Для каждого варианта следует определить геометрические размеры применительно к заданному типу кровли и пролету, найти значения k_m и k_{cm} .

Варианты сравниваются по ориентировочному расходу и стоимости материалов, определяемых по монтажной массе несущих конструкций. Собственная масса конструкций на 1 м^2 горизонтальной проекции покрытия определяется по формуле

$$g_{cm}^H = \frac{g^H + p^H}{\frac{1000}{lk_{cm}} - 1}, \quad (*)$$

где g^H – постоянная равномерно распределенная нормативная нагрузка, включающая собственную массу кровли и ограждающей конструкции с утеплителем, кгс/м² (кН/м²); p^H – суммарная временная нормативная нагрузка (снег, ветер), кгс/м² (кН/м²); l – пролет конструкции, м; $k_{см}$ – коэффициент нагрузки от собственной массы, зависящий от типа конструкций. Расход древесины на конструкцию, м³/м², определяется по формуле

$$V_g = \frac{g_{см}^H - g_M}{\gamma},$$

где γ – объемная масса древесины, кг/м³.

Расход металла на конструкцию, кг/м², определяется по формуле

$$g_M = g_{см}^H \frac{k_M}{100},$$

где k_M – коэффициент расхода металла на конструкцию в процентах от монтажной массы.

Пример сравнения вариантов

Разработать проект спортивного зала в г. Владимире. Основные размеры здания: длина 48, ширина 24, высота 8, шаг несущих конструкций 6 м.

Здание отапливаемое. Применяемые материалы: древесина – сосна; сталь – Ст38/23; утеплитель – фенольный пенопласт объемной массой 80 кг/м³; клей ФР-100. Обшивка панелей стен: наружная и внутренняя – плоские асбестоцементные листы. Обшивка плит покрытия: внутренняя – плоские асбестоцементные листы, наружная – кровля из волнистых асбестоцементных листов.

В соответствии с заданным материалом кровли по табл. 1 принимаем уклон кровли 1 : 4 при массе кровли 15 кг/м² (150 Н/м²).

Для выбора схем вариантов применяемых несущих конструкций вычерчиваем схематический план здания с размещением несущих конструкций (рис. 1). Выбираем по табл. 2 или из учебников три варианта несущих конструкций проектируемого здания (рис. 2).

Вариант 1. Клееная рама из прямолинейных элементов. Пролет 12...30 м, $k_{см} = 7...9$, $k_{м} = 5...7$. Для пролета 24 м принимаем $k_{см} = 8,5$, $k_{м} = 6,5$.

Вариант 2. Трехшарнирная арка кругового очертания, опирающаяся на клееные деревянные колонны. Пролет 12...60 м, $k_{см} = 2...4$, $k_{м} = 10...20$. Для пролета 24 м принимаем $k_{см} = 3,5$, $k_{м} = 20$.

Вариант 3. Металлодеревянная треугольная ферма, опирающаяся на клееные деревянные колонны. Пролет 12...24 м, $k_{см} = 3...4$, $k_{м} = 25...35$. Для пролета 24 м принимаем $k_{см} = 4$, $k_{м} = 35$.

В качестве ограждающих конструкций принимаем трехслойные плиты и панели с асбестоцементными обшивками. По табл. 3 находим, что масса таких конструкций без утеплителя составляет 50...80 кг/м². Для расчета принимаем 55 кг/м² (550 Н/м²). Масса кровли составляет 15 кг/м² (150 Н/м²). Масса утеплителя при толщине 6 см составляет $0,06 \times 80 = 5$ кг/м² (50 Н/м²). Масса кровли составляет 15 кг/м² (150 Н/м²).

Полная постоянная нагрузка составляет $55 + 5 + 15 = 75$ кгс/м². Временная нагрузка – снеговая для III снегового района по [2] – составляет 126 кгс/м² (1260 Н/м²).

Таблица 1

Рекомендуемые уклоны и масса различных кровель

Вид кровли	Уклон ската		Масса кровли, кг/м ²
	минимальный	максимальный	
Из рулонных материалов	0	1 : 4	12
Мастичная	0	1 : 4	8
Из листовой стали толщиной 0,38 – 0,82 мм	1 : 15	1 : 2	5
Из волнистых асбестоцементных листов обыкновенного и унифицированного профилей	1 : 4	1 : 1	15 – 18
То же усиленного профиля (ВУ)	1 : 4	1 : 1	22
Из плоских асбестоцементных листов и плиток	1 : 2	1 : 1	20
Из волнистых стеклопластиковых листов	1 : 4	1 : 1	4
Из алюминиевых листов	1 : 5	1 : 2	3

Собственная масса несущей конструкции для каждого варианта определяется по формуле (*):

$$\text{вариант 1: } g_{\text{см}}^{\text{н}} = \frac{75 + 126}{\frac{1000}{8,5 \cdot 24} - 1} = 51,53 \text{ кг/м}^2 \text{ (515,3 Н/м}^2\text{)};$$

$$\text{вариант 2: } g_{\text{см}}^{\text{н}} = \frac{75 + 126}{\frac{1000}{3,5 \cdot 24} - 1} = 18,40 \text{ кг/м}^2 \text{ (184,0 Н/м}^2\text{)};$$

$$\text{вариант 3: } g_{\text{см}}^{\text{н}} = \frac{75 + 126}{\frac{1000}{4 \cdot 24} - 1} = 21,38 \text{ кг/м}^2 \text{ (213,8 Н/м}^2\text{)}.$$

Для вариантов 2-го и 3-го необходимо учесть массу колонн, сечение которых условно принимаем равным 20×60 см. При этом собственная масса несущих конструкций увеличивается на $g_{\text{к}}$:

$$g_{\text{к}} = \frac{0,2 \cdot 0,6 \cdot 8 \cdot 500 \cdot 2}{24 \cdot 6} = 6,7 \text{ кг/м}^2 \text{ (67 Н/м}^2\text{)}.$$

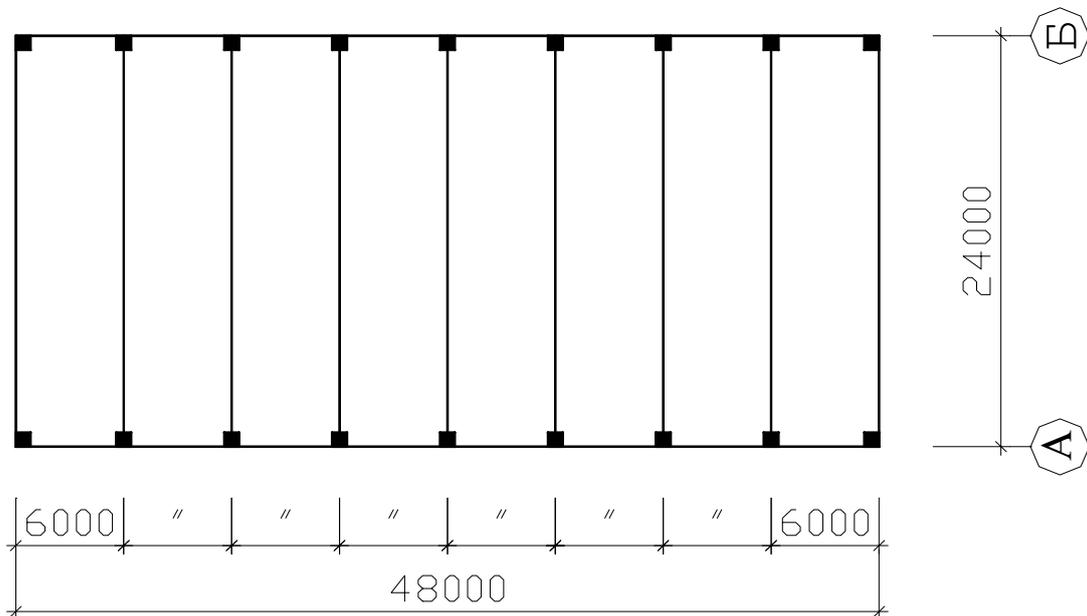
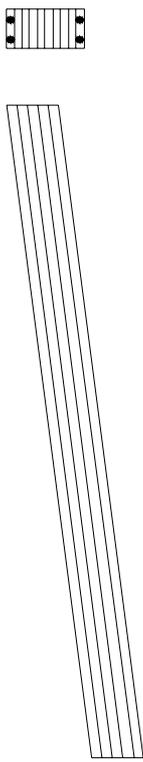
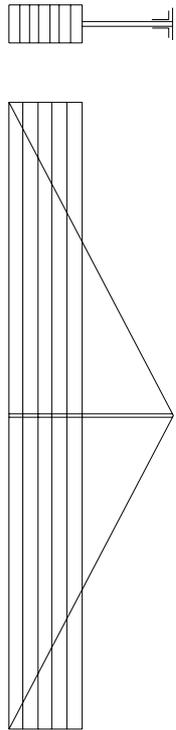


Рис. 1. Схематический план спортивного зала

Таблица 2

Номенклатура несущих деревянных конструкций

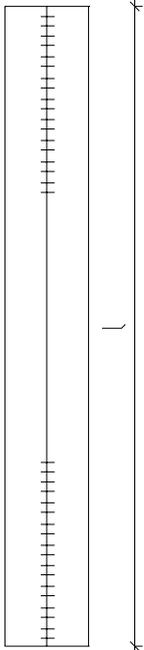
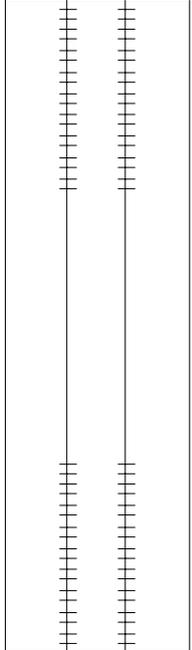
Номер схемы	Схема и сечение	$l, \text{ м}$	h / l	$k_{\text{СМ}}$	$k_{\text{М}}, \%$
1	<p>Клееные балки</p> <p>1:100, 1:4</p> <p>h</p> <p>b</p> <p>$h_0/h \geq 0,5$</p>	6 – 24	1 / 10 – 1 / 15	4 – 6	0 – 1
2	<p>1:5, 1:12</p> <p>h_0</p>	6 – 24	1 / 8 – 1 / 12	4 – 5	0 – 1
3	<p>1:20</p> <p>l</p>	12 – 24	1 / 12 – 1 / 15	4 – 5	0 – 1
4	<p>h_k</p> <p>$h_k/h = 0,4$</p> <p>l</p> <p>1/4l</p>	6 – 18	1 / 14 – 1 / 16	3 – 3,5	0 – 1

5	<p>Клееные армированные балки</p> 	12 – 24	1 / 15 – 1 / 25	3 – 4	12 – 40
		6	<p>1:10</p> 	12 – 24	1 / 12 – 1 / 20
7	<p>Шпренгельные балки</p> 	9 – 18	1 / 6 – 1 / 8	3,5 – 4	20 – 25

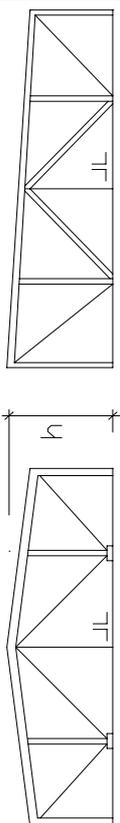
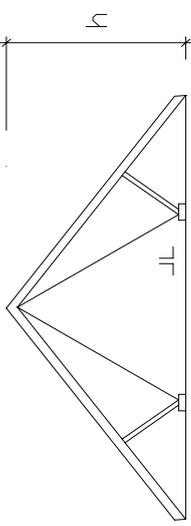
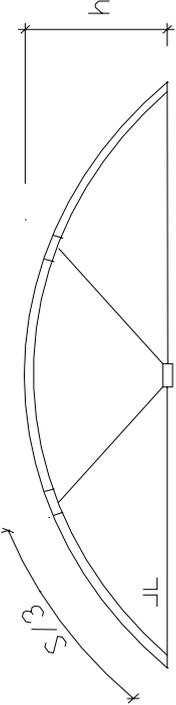
Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: l – расстояние между опорами; h – общая высота конструкции; h_0 – высота конструкции на опоре; h_k – высота сечения консоли; a – длина панели верхнего пояса ферм; f – стрела подъема арочных конструкций; f_0 – стрела выгиба полуарки; H – высота колонн.

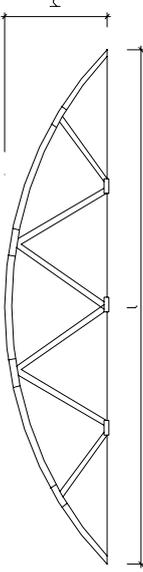
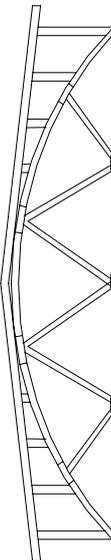
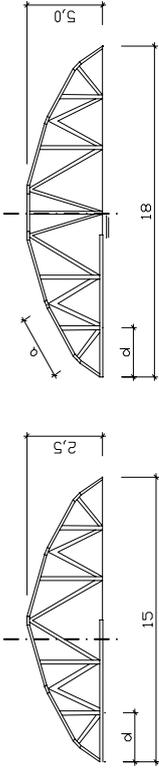
Продолжение табл. 2

Номер схемы	Схема и сечение	$l, \text{ м}$	h / l	$k_{\text{СМ}}$	$k_{\text{МБ}}, \%$
8	<p>Клеефанерные балки</p>	9 – 18	1 / 8 – 1 / 12	4	0 – 1
9		9 – 18	1 / 8 – 1 / 12	3,5	0 – 1
10	<p>Клеефанерные балки с волнистой стенкой</p>	6 – 12	1 / 10 – 1 / 16	3,5	0 – 1

11		6-12	1/10-1/16	3	0-1
12	<p style="text-align: center;">Составные балки из брусьев</p>  	4-6	1/10-1/16	5-10	1-2
13	 	6-9	1/8-1/12	5-10	1-2

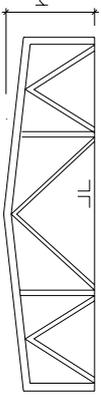
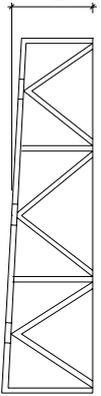
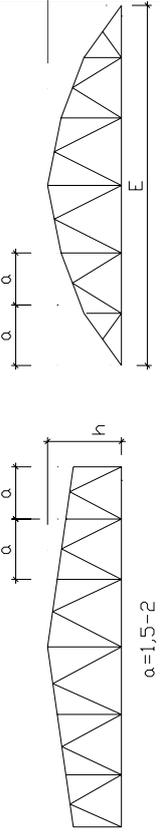
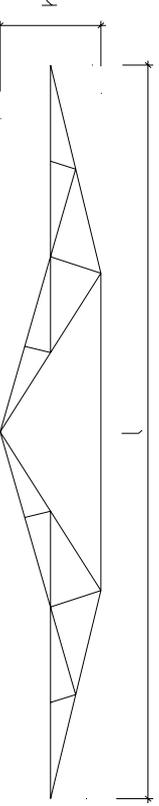
Продолжение табл. 2

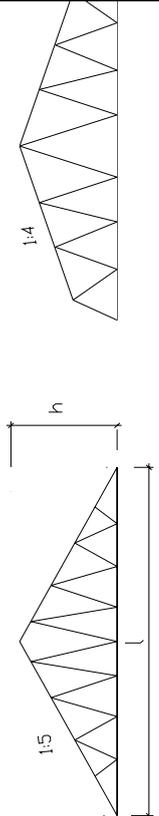
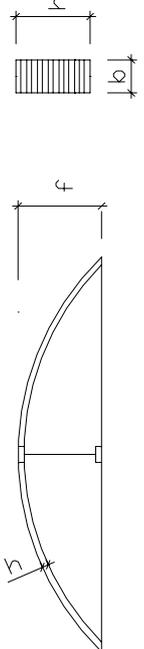
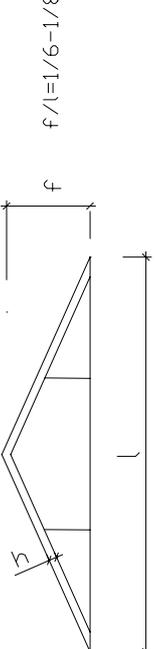
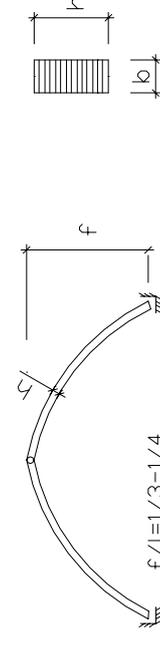
Номер схемы	Схема и сечение Металлодеревянные и деревопластмассовые крупнопанель- ные фермы с верхним поясом из клееных блоков	$l, \text{ м}$	h / l	$k_{\text{см}}$	$k_{\text{м}}, \%$
14*		18 – 24	1 / 6	$\frac{3-4}{2,5-3}$	$\frac{25-30}{10-20}$
15		18 – 24	1 / 5 – 1 / 8	$\frac{3-4}{2,5-3}$	$\frac{25-30}{10-20}$
16		12 – 24	1 / 6 – 1 / 7	$\frac{3-4}{2,5-3}$	$\frac{25-30}{10-20}$

17		24 – 36	1 / 6 – 1 / 7	$\frac{2,5-3}{2-2,5}$	$\frac{30-35}{13-22}$
18		12 – 27	1 / 6	$\frac{3-4}{2,5-3}$	$\frac{25}{15}$
19		30 – 36	1 / 6	$\frac{3-4}{2,5-3}$	$\frac{25}{15}$
20	<p>с деревянным нижним поясом с металлическим нижним поясом Многоугольные брусчатые фермы:</p> 	12 – 30 12 – 30	1 / 6 – 1 / 7 1 / 6 – 1 / 7	$\frac{3-5}{3-4}$	$\frac{10-15}{20-25}$

* – На схемах ферм двойной линией показаны деревянные элементы, одной линией – металлические. В схемах 14 – 19 в числителе даны значения коэффициентов $k_{см}$ и $k_{м}$ для металлодеревянной фермы, а в знаменателе – для деревопластмассовой

Продолжение табл. 2

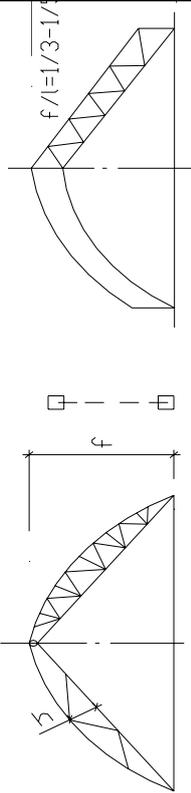
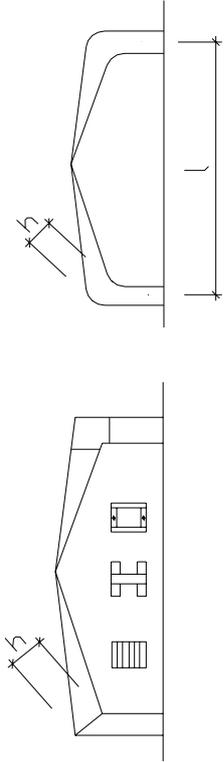
Номер схемы	Схема и сечение	$l, \text{ м}$	h / l	$k_{\text{СМ}}$	$k_{\text{М}}, \%$
21	<p>Схема и сечение</p> <p>Фермы ЦНИИСК:</p> <p>двухскатные</p>  <p>односкатные</p> 	<p>12 – 24</p> <p>9 – 18</p>	<p>1 / 6</p> <p>1 / 6</p>	<p>3 – 4</p> <p>3 – 4</p>	<p>25 – 30</p> <p>25 – 30</p>
22	<p>Фермы из фанерных и стеклопластиковых труб</p>  <p>$\alpha = 1,5 - 2$</p>	<p>12 – 24</p>	<p>1 / 6</p>	<p>2,5 – 3</p>	<p>–</p>
23	<p>Фермы из фанерных профилей</p> 	<p>12 – 18</p>	<p>1 / 6</p>	<p>2,5 – 3</p>	<p>–</p>

24	<p style="text-align: center;">Дочатые фермы с узлами на МЗП, фанерных накладках и бесфасоночные</p> 	6-21	1 / 6 - 1 / 8	3 - 4	$\frac{12-15^*}{2-4}$
25	<p style="text-align: center;">Клееные арки</p> 	12-60	1 / 40 - 1 / 50	2 - 4	$\frac{10-20^{**}}{4-8}$
26	 <p style="text-align: center;">$f/l=1/6-1/8$</p>	12-36	1 / 30 - 1 / 40	3 - 4	$\frac{10-20^{**}}{4-8}$
27	 <p style="text-align: center;">$f/l=1/3-1/4$ $f_0=1/20-1/10$</p>	18-90	1 / 40 - 1 / 50	2 - 4	5 - 8

* – В числителе - для узлов на металлических зубчатых пластинах (МЗП), в знаменателе – для узлов с фанерными фасонками или бесфасоночных соединений.

** – В числителе – для арок с затяжкой, в знаменателе – без затяжки.

Окончание табл. 2

Номер схемы	Схема и сечение	$l, \text{ м}$	h / l	$k_{\text{СМ}}$	$k_{\text{М}}, \%$
28	<p>Схема и сечение</p> <p>Решетчатые арки:</p>  <p>клееные из фанерных труб из стеклопластиковых труб</p>	<p>24 – 60 24 – 60 24 – 60</p>	<p>1 / 15 – 1 / 20 1 / 15 – 1 / 20 1 / 15 – 1 / 20</p>	<p>3 – 4 4 – 5 2,5–3,5</p>	<p>10 – 12 – –</p>
29	<p>Рамы</p> 	<p>12 – 30</p>	<p>1 / 20 – 1 / 30</p>	<p>7 – 9</p>	<p>5 – 7</p>
30		<p>9 – 24</p>	<p>1 / 20 – 1 / 40</p>	<p>6 – 12</p>	<p>8 – 15</p>

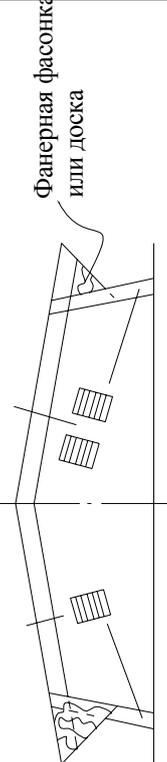
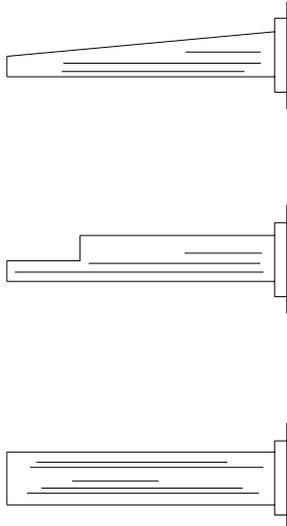
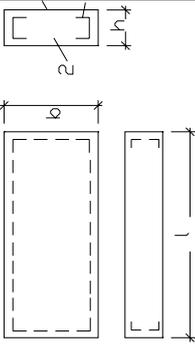
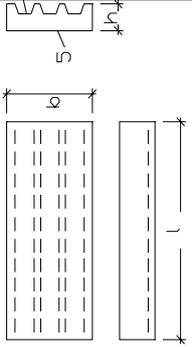
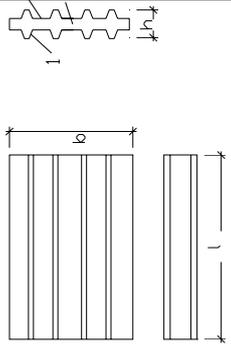
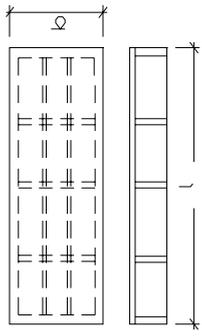
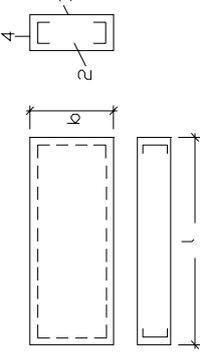
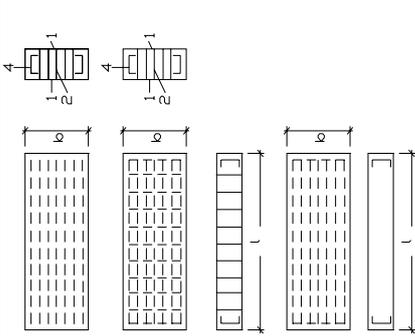
31	 <p>Фанерная фасонка или доска</p>	9 – 18	1 / 20 – 1 / 40	6 – 9	3 – 6
32	<p>Колонны и стойки</p> 	6 – 15	1 / 8 – 1 / 15	–	2 – 5

Таблица 3

Номенклатура ограждающих конструкций

Плиты и панели	Схема конструкций	Размеры конструкций, м	Относительная высота сечения	Материалы и толщина			Масса 1 м ² без утеплителя, кг
				обшивок, мм	обрамления	среднего слоя	
Трехслойные светонепроницаемые плиты и панели для отапливаемых зданий каркасные и бескаркасные		$l = 3 - 6$ $b = 1,5 - 3$ (1,2)	$1/40 - 1/50$ ($1/50 - 1/60$)	Алюминий 0,8 - 1,2, сталь 0,5 - 1,0	Металлические профили и бакелизированная фанера	Пенопласт $\delta = 60 \text{ кг/м}^3$, сотопласт	10 - 30
Двухслойные светонепроницаемые плиты и панели для отапливаемых зданий		$l = 3 - 6$ $b = 1 - 1,5$	$1/50 - 1/80$	Алюминий 0,8 - 1,2, сталь 0,5 - 1,0	Отсутствует	Пенопласт $\delta = 120 \text{ кг/м}^3$, сотопласт	15 - 25
Трехслойные светонепроницаемые плиты и панели для отапливаемых зданий с обшивками из профилированного листа		$l = 3 - 12$ $b = 1 - 1,5$	$1/50 - 1/80$	Алюминий 0,8 - 1,2, сталь 0,5 - 1,0	Отсутствует	Пенопласт $\delta = 80 \text{ кг/м}^3$, сотопласт	15 - 25

Трехслойные светонепроницаемые плиты и панели для отапливаемых зданий с деревянным каркасом		$l = 3 - 6$ $b = 1,5$ (1,2)	$1/20 - 1/35$ ($1/30 - 1/50$)	Фанера 6 - 10, асбесто- цемент 8 - 10	Доски, фанерные про- фили, кле- еная древеси- на, армиро- ванная древе- сина	Минераловат- ные плиты, фиб- ролит, пенопласт	20 - 30 50 - 80
Трехслойные светонепроницаемые плитные панели для отапливаемых зданий		$l = 3 (6)$ $b = 1,5$ (1,2)	$1/30 - 1/40$ ($1/40 - 1/50$)	Асбесто- цемент 6 - 10, стекло- пластик 1,5 - 3, винипласт 2 - 4	Асбестоце- ментные или стеклопла- стиковые профили, де- ревянные брусски	Пенопласт $\delta = 60 \text{ кг/м}^3$, согипласт, пеностекло $\delta = 200 \text{ кг/м}^3$	50 - 80 20 - 30
Трехслойные светонепроницаемые плитные панели со средним слоем из ребер, решетки из плоских или волнистых листов		$l = 3 \dots 6$ $b = 1,5$ (1,2)	$1/20 - 1/30$ ($1/30 - 1/40$)	Светопро- зрачный стекло- пластик 2 - 4	Стеклопла- стиковые или металличе- ские профи- ли, деревян- ные брусски	Стеклопласто- вые, металличе- ские или дере- вянные ребра, решетка из пло- ских или волни- стых листов стеклопластика, отрезки стекло- пластиковых труб	10 - 25

Примечания. 1. Размеры в скобках относятся к стеновым панелям.

2. На схемах: 1 - обшивка; 2 - средний слой; 3 - ребра каркаса; 4 - обрамление; 5 - слой рубероида.

Окончание табл.

3

Плиты и панели	Схема конструкций	Размеры конструкций, м	Относительная высота сота сечения	Материалы и толщина			Масса 1 м ² без утеплителя, кг
				обшивок, мм	обрамления	среднего слоя	
Трехслойные светонепроницаемые клееные панели подвесного потолка		$l = 3 \dots 6$ $b = 1,5$	$1/30 - 1/50$	Абестоцемент, стеклопластик, фанера, винилпласт, оргстекло, ДСП, ДВП	Металлические или стеклопластиковые профили, деревянные бруски	Пенопласт, сотопласт, минераловатные плиты, соты из ДСП	20 – 80

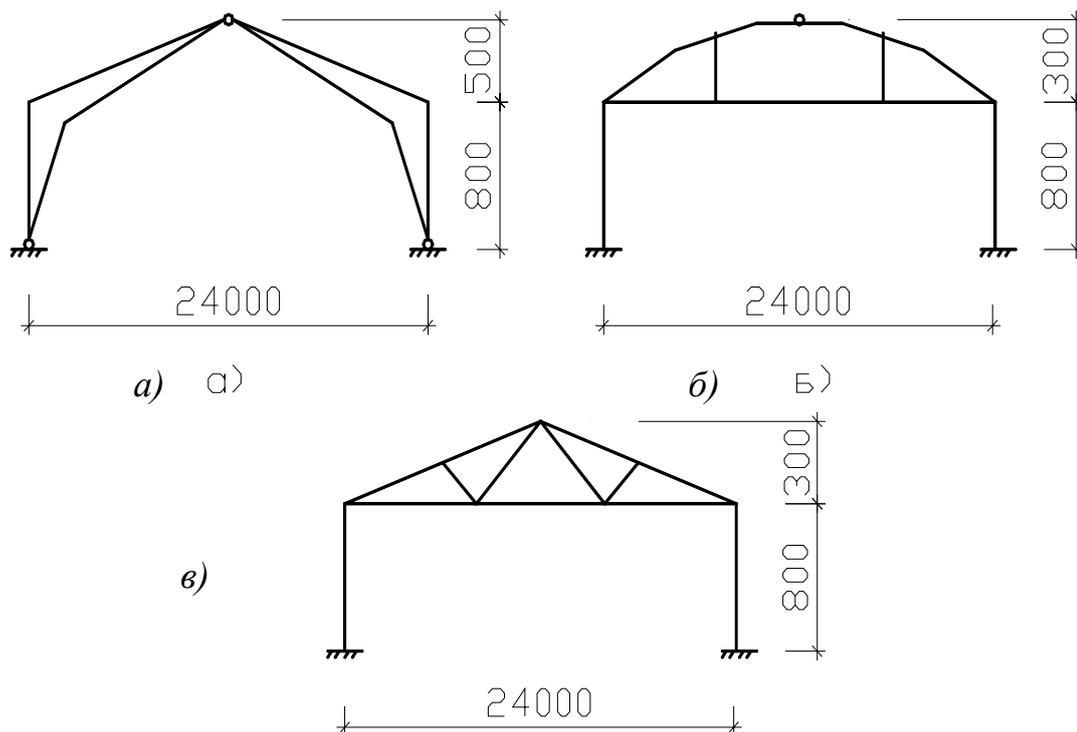


Рис. 2. Варианты несущих конструкций: а – клееная рама из прямолинейных элементов; б – трехшарнирная арка кругового очертания; в – металлодеревянная ферма

Сравнение вариантов по расходу материалов и стоимости приведено в табл. 4.

В результате сравнения вариантов принимаем вариант 3-й как наиболее экономичный и менее материалоемкий.

Каркас проектируемого здания состоит из колонн, треугольных ферм, плит покрытия, стеновых панелей, горизонтальных и вертикальных связей жесткости. Проектирование каркаса проводим в соответствии с общими требованиями проектирования каркасов зданий, изложенными в [7; 22; 25; 30].

В проектируемом здании горизонтальными связями жесткости будут служить плиты покрытия, жестко прикрепленные к верхнему поясу ферм.

Таблица сравнения вариантов

Показатель	Единица измерения	Вариант		
		1-й	2-й	3-й
Собственная масса конструкций	кг/м ²	51,53	24,9	27,88
Расход металла	%	6,5	20,0	35,0
	кг/м ²	3,34	4,98	9,76
Масса	кг/м ²	48,19	19,92	18,12
Объем древесины	м ³ /м ²	0,096	0,0398	0,0362

Вертикальные связи, соединяющие фермы попарно, располагаются в плоскости сжатых раскосов. Вертикальные связи между колоннами располагаются в пролетах, прилегающих к торцам здания, и в среднем по длине здания пролете.

4.3. Расчет и конструирование основных элементов здания

Расчеты и конструирование деревянных конструкций должны выполняться в соответствии с [7; 9; 16].

Расчет ведется в нисходящем порядке: сначала конструктивные элементы крыши (настил, прогоны или плита покрытия), затем ригель и колонна.

Расчеты конструкций следует начинать со сбора и подсчета нагрузок, действующих на элемент. При статическом расчете постоянные нагрузки определяют по плотности материалов конструкции, а временные – по нормам [2].

Расчет конструкций, склеенных из различных материалов (древесины, фанеры, асбестоцементных листов, ЦСП, ДВП, ДСП и др.), обладающих различными модулями упругости, следует выполнять по методу приведенных сечений. Сущность метода заключается в том, что в расчет вводятся не фактические геометрические характеристики сечения, а приведенные с помощью коэффициентов приведения к материалу, в котором определяются напряжения. Эти коэффициенты

представляют собой отношение модулей упругости применяемых материалов.

Приведенные геометрические характеристики поперечного сечения определяют по формулам:

$$\text{момент инерции } I'_{\text{пр}} = I_1 + I_2 \frac{E_1}{E_2},$$

$$\text{статический момент } S'_{\text{пр}} = S_1 + S_2 \frac{E_1}{E_2},$$

$$\text{площадь поперечного сечения } F'_{\text{пр}} = F_1 + F_2 \frac{E_1}{E_2},$$

$$\text{момент сопротивления } W'_{\text{пр}} = \frac{I_{\text{пр}}}{y},$$

где y – расстояние от нейтральной оси до наиболее удаленных волокон; 1 – индекс материала, к которому приводят геометрические характеристики; 2 – индекс материала, приводимого к 1-му.

Например, проверку нормальных напряжений в изгибаемом элементе в материале 1 определяют по формуле

$$\sigma_1 = \frac{M y_1}{I'_{\text{пр}}} \leq R_1,$$

а в материале 2 с помощью коэффициента приведения

$$\sigma_2 = \frac{M y_2 \cdot E_1 / E_2}{I'_{\text{пр}}} \leq R_2, \text{ или } \sigma_2 = \frac{M y_2}{I_{\text{пр}}^2} \leq R_2,$$

где y_1 – расстояние от нейтральной оси до рассматриваемого волокна в 1-м материале; y_2 – то же во 2-м материале; R_1, R_2 – расчетные сопротивления в соответствующих материалах.

При расчете поперечника здания, несущих и ограждающих конструкций следует стремиться к максимальному использованию ЭВМ.

Точность инженерных расчетов характеризуется экономичностью подобранного поперечного сечения рассчитываемой конструкции. Поэтому точность выполнения какого-либо условия, например условия прочности, деформативности и т.п., не должна превышать 5 % в сторону запаса.

4.4. Ограждающие конструкции

В курсовом проекте детально разрабатывается ограждающая конструкция покрытия. Стеновое ограждение, если нет специальных указаний руководителя, детально не разрабатывают. В чертежах и расчетах размеры и массу стенового ограждения условно принимают одинаковыми с конструкциями покрытия.

Расчет конструкций покрытия необходимо начинать с предварительного определения основных размеров конструкции. Рекомендации для определения ориентировочных размеров ограждающих конструкций приведены в учебниках и справочниках [1; 22], как правило, в зависимости от пролета и нагрузки.

Далее необходимо составить таблицу сбора нагрузок на 1 м^2 горизонтальной проекции.

Полная нагрузка на 1 погонный метр покрытия получается умножением полной нагрузки на 1 м^2 на ширину B . Например, нормативная нагрузка $q_{\text{н}}^{\text{кр}} = q_{\text{н}}^* B$; расчетная $q_{\text{р}}^{\text{кр}} = q_{\text{р}}^* B$, где B – ширина панели.

Далее выполняют статический расчет конструкции согласно расчетной схеме обычными методами строительной механики. В результате статического расчета должны быть получены внутренние усилия M , N и Q и определены участки с наибольшими их значениями. Обязательным при этом является наличие расчетных схем и эпюр внутренних усилий.

Затем следует выполнить конструктивный расчет покрытия. Обычно начинают с вычисления расчетных (приведенных) геометрических характеристик сечений. Проводят проверку принятых сечений на прочность, устойчивость и жесткость. В случае перенапряжения или недонапряжения пересматривают геометрию сечения и делают проверку заново.

В состав покрытия входят несущие элементы и кровля. Несущие элементы покрытия должны рассчитываться на прочность, устойчивость и деформативность. Для конструкций узлов и стыков, как правило, бывает достаточно проверки на прочность. В узлах и стыках покрытия следует предотвращать образование «мостиков холода», спо-

собных привести к конденсации влаги, в конечном счете к загниванию древесины.

При конструировании следует стремиться к наименьшим трудозатратам на изготовление запроектированной конструкции, экономно использовать стандартные размеры листовых и погонных материалов, сортамент пиломатериалов и стального проката (прил. 3).

Конструктивный расчет должен отражать действительную работу конструкции под нагрузкой. Каждый пункт расчета рекомендуется сопровождать схемой возможного разрушения конструкции в случае невыполнения данного условия прочности и устойчивости. Это помогает уяснить работу конструкции.

4.5. Несущие конструкции

На основные несущие конструкции здания действуют постоянные нагрузки от собственного веса покрытия и временные – снеговые и ветровые. Кроме того, могут быть эксплуатационные нагрузки: постоянные и временные, например от подвесных кранов. Ветровые нагрузки следует учитывать при расчете стрелчатых арок и колонн, поддерживающих конструкцию покрытия. Эксплуатационные нагрузки учитывают, если они указаны в задании.

Сбор нагрузок. Начинают с определения их нормативной и расчетной величины на 1 м^2 горизонтальной проекции покрытия. Для этого нагрузку от наклонной кровли приводят к горизонтальной проекции:

для прямолинейного скатного ригеля

$$q = \frac{q^{\text{кр}}}{\cos \alpha},$$

где α – угол ската кровли;

для криволинейной поверхности несущей конструкции

$$q = \frac{q^{\text{кр}} S_{\text{д}}}{L},$$

где $q^{\text{кр}}$ – вес 1 м^2 крыши; $S_{\text{д}}$ – длина поверхности ригеля, м; L – пролет конструкции, м.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять формуле

$$S_o = 0,7 S_g \mu c_t c_e,$$

где S_g – вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаемый в соответствии с п. 10.2 [2]; μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с указаниями п. 10.4 [2]; c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с п. 10.5 [2]; c_t – термический коэффициент, принимаемый в соответствии с п. 10.6 [2].

Предварительно находят нагрузку от собственного веса несущей конструкции по формуле

$$q_{\text{с.в}}^{\text{н}} = \frac{q^{\text{н}} + S}{\frac{K_{\text{с.в}} L}{1000} - 1},$$

где $K_{\text{с.в}}$ – коэффициент собственного веса несущей конструкции.

Расчетные нагрузки определяют умножением нормативных нагрузок на соответствующие коэффициенты надежности по нагрузке γ_f . В соответствии с [2] величина γ_f для нагрузки от собственного веса конструкции покрытия принимается равной 1,1 за исключением утеплителя, выравнивающего слоя и пароизоляции, для которых $\gamma_f = 1,2$ при выполнении в заводских условиях и 1,3 – на строительной площадке.

Сбор нагрузок на 1 м^2 горизонтальной проекции покрытия рекомендуется свести в таблицу (табл. 5).

Затем определяют нормативную и расчетную нагрузки – отдельно постоянную и временную (снеговую) на 1 погонный метр пролета – умножением на шаг несущих конструкций соответствующих нагрузок на 1 м^2 горизонтальной проекции:

$$q^{\text{н}} = (q_{\text{кр}}^{\text{н}} + S_{\text{н}} + q_{\text{с.в.}}^{\text{н}}) B,$$

$$q = (q_{\text{кр}} + S_{\text{р}} + q_{\text{с.в.}}) B,$$

где B – шаг несущих конструкций (по прил. 1).

В сквозных конструкциях, кроме того, определяют расчетную узловую нагрузку (постоянную и временную) умножением погонной нагрузки на горизонтальную проекцию панели верхнего пояса фермы. Для статического расчета всю нагрузку условно считают приложен-

ной в узлах верхнего пояса. До начала статического расчета решетчатой конструкции уточняют геометрические размеры ее элементов: длину панелей поясов и элементов решетки, углы наклона верхнего пояса и раскосов. Для этого, принимая за основу схему конструкции, указанную в задании, определяют высоту конструкции в середине пролета по рекомендуемому соотношению высоты и пролета соответствующего вида конструкции.

Таблица 5

Сбор нагрузок на 1 м²

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка
Постоянная			
1. Нагрузка от веса крыши			
2. Собственный вес ригеля			
ИТОГО			
Временная			
1. Снеговая			
2. Ветровая			
ИТОГО			
ВСЕГО НА 1 м ²			
Опорное давление ригелей:			
- постоянное			
- временное (снеговая нагрузка)			
Собственный вес колонны			
Вес стенового ограждения			
Ветровая нагрузка:			
- активная			
- отсос			
- сосредоточенная			

Статический расчет. Выполняют обычными методами строительной механики.

При определении усилий в элементах несущей конструкции необходимо выявить наиболее неблагоприятное расположение временной нагрузки. Для элементов деревянных конструкций важны не только абсолютные значения усилий, но и их знаки. Поэтому во всех случаях усилия определяют не менее чем при двух сочетаниях нагрузок:

1. Временная и постоянная нагрузки по всему пролету.
2. Временная нагрузка на половине, постоянная – по всему пролету.

Для конструкций сегментного очертания и арок исследуют и другие сочетания нагрузок. Для ферм со сжато-изгибаемым верхним поясом (т.е. при внеузловом расположении панелей) исследуют случай полного нагружения при свободной от временной нагрузки (снега) только одной крайней панели.

Усилия в фермах от первых двух сочетаний определяют исходя из одной диаграммы Крмона при нагружении половины пролета единичными нагрузками (крайние грузы принимают равными 0,5).

Для получения полного усилия в каком-либо элементе нужно усилие от единичных грузов умножить на узловую нагрузку. Усилия от полного нагружения получают суммированием усилий от нагружения справа и слева, причем единичные усилия от нагружения одной стороны являются симметричными усилиями от нагружения другой стороны.

Усилия, полученные в элементах решетчатых конструкций, записывают в таблицу по форме табл. 6, в сечениях сплошных конструкций (арках, рамах) – в табл. 7.

Конструктивный расчет. Перед выполнением конструктивного расчета следует обратиться к гл. 8 [1], где приведены основные указания по проектированию тех или иных конструкций (см. также [7]).

В общем случае конструктивный расчет должен предотвращать наступление для конструкций предельных состояний, которыми являются потери несущей способности конструкции, а также недопустимо большие деформации (больше предельно допустимой величины) [1, табл. 19].

Отсюда согласно своду правил и строительным нормам и правилам деревянные конструкции рассчитываются по двум предельным состояниям.

Первое предельное состояние – по несущей способности – заключается в проверке по условию предельно допустимого прогиба.

Таблица 6

Усилия в элементах сквозных конструкций

Наименование элементов конструкции	Обозначение элемента	Усилие от единичной нагрузки $q = 1$		Собственный вес в узлах по всему пролету	Усилия от снеговой узловой нагрузки		Расчетные усилия	
		слева	справа		полное	слева	справа	растяжение
Верхний пояс	a – 1							
	a – 2							
	a – 3							
	a – 4							
Нижний пояс	1 – В							
	1 – 2							
Раскосы	3 – 4							

Таблица 7

Усилия в элементах рамы

Наименование конструктивного элемента	Сечение	Усилие	Собственный вес	Снеговая нагрузка		Ветровая нагрузка	Расчетные усилия при сочетаниях							
				слева	справа		полная	слева	справа	основные	дополнительные			
Ригель	1 – 1													

Назначение расчетного сопротивления. При расчете по первому предельному состоянию условия прочности и устойчивости схематично формулируются как непревышение действующих в конструкции напряжений расчетного сопротивления:

$$\sigma \leq R, \quad R = R_T m_1 m_2 m_3 \dots m_i / \gamma_n,$$

где R_T – табличное значение расчетного сопротивления [1, табл. 3]; m_i – коэффициенты условия работы для проектируемой конструкции по п. 5.2 [1]; γ_n – коэффициент надежности по назначению, зависит от класса ответственности здания или сооружения, имеет значения 1,0; 0,95; 0,9; 0,8.

Пример. Назначить расчетное сопротивление для криволинейных полуарок длиной 16 м с радиусом кривизны $r = 200$, склеенных из пиломатериала сосны 2-го сорта с толщиной плетей $a = 42$ мм (досок, сращенных по длине на зубчатый стык) и имеющих размеры поперечного сечения $105 \times 15,5$ см. Коэффициент надежности по назначению $\gamma_n = 0,90$ для зданий III класса.

Расчетное сопротивление на изгиб составит

$$R_{И} = R_T m_b m_{гн} m_{сл} / \gamma_n,$$

где $R_T = 15$ МПа – табличное значение расчетного сопротивления древесины 2-го сорта для элементов шириной сечения свыше 13 см и высотой до 50 см; $m_{гн} = 0,9$ по [1, табл. 11]; $m_b = 0,84$ по [1, табл. 9]; $m_{сл} = 0,95$ по [1, табл. 10].

Расчетные напряжения для других видов напряженного состояния определяются аналогично, т.е. табличное расчетное сопротивление R_T умножается на соответствующие коэффициенты условия работы m_i и делится на коэффициент надежности по назначению здания или сооружения γ_n .

Общие рекомендации по компоновке и подбору сечений клеодошчатых и клеефанерных элементов приведены в работе [7, с. 35]. Кроме этого необходимо учитывать следующее.

При конструировании сечений многослойных клеодошчатых элементов следует учитывать фактическую толщину плетей в клееном пакете. Для этого необходимо учесть припуск на усушку при изменении влажности древесины с 20 до 12 % (0,5 – 1 мм), предельное отклонение (допуск) от номинальных размеров (1 – 1,5 мм), а также поверхностную острожку (фрезерование) отдельных плетей (слоев) перед сплачива-

нием (склеиванием по высоте) и фрезерованием всего пакета после склеивания.

Каждую плеть клееного пакета перед сплачиванием фрезеруют по пласти с двух сторон с припуском (табл. 8).

Таблица 8

Пределы припусков по пласти

Толщина заготовок, мм	Припуск при номинальной ширине заготовок, мм		
	90 – 95	95 – 195	св. 195
25	4	4,5	5
40	5	5,5	6

Например, толщина плети в клееном пакете при номинальной (по сортаменту, см. прил. 3) толщине досок $\delta = 50$ мм составит:

$$a = 50 - 1 - 1,5 - 5,5 = 42 \text{ мм.}$$

Если предусмотрено сплачивание пакета по высоте и ширине, у плетей фрезеруют обе кромки в пределах припусков (табл. 9).

После операции сплачивания необходимо предусмотреть фрезерование боковых поверхностей конструкции. В этом случае припуски на фрезерование составляют 15 мм для конструкций длиной до 12 м и 20 мм при большей длине.

Таблица 9

Пределы припусков по боковым поверхностям

Ширина заготовок, мм	Припуск при толщине заготовок, мм	
	25	40
До 95	4,5	5
95 – 195	5	5,5
Св. 195	5	6

Кроме того, при назначении ширины сечения элементов следует учитывать требования по жесткости в монтажных условиях [7, с. 211, табл. 38].

При подборе сечений элементов несущих конструкций необходимо ориентироваться на сортаменты пиломатериалов, фанеры, древесных плит [7, с. 16 – 18], болтов, винтов, гвоздей [20, с. 146; 24, с. 272] и др.

Способы выполнения конструктивного расчета. Методически конструктивный расчет рекомендуется выполнять двумя способами.

Первый способ – метод последовательного приближения. Он заключается в предварительном назначении размеров сечения конструкций и последующей проверке этих сечений по условиям прочности, устойчивости и деформативности. В случае невыполнения этих условий (или значительного отклонения от них) размеры сечения соответствующим образом пересматривают и снова добиваются выполнения указанных условий. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока точность выполнения какого-либо условия не станет меньше 5 % в сторону запаса.

При этом методе расчета важно уметь выявить такие параметры сечения конструкции, варьирование которыми позволяет достичь намеченной цели.

Например, в клеефанерной балке этими параметрами будут:

- конфигурация сечения (коробчатое, двутавровое и др.);
- высота сечения;
- высота поясов или отдельно фанерных стенок;
- толщина и количество фанерных стенок;
- толщина и количество досок пояса;
- расположение листов фанеры в стенке (вдоль или поперек балки);
- марка применяемой фанеры (обычная, бакелизированная и др.);
- прочие параметры (расстояние между ребрами жесткости и т.д.).

Второй способ расчета заключается в следующем: используя какое-либо условие (прочности, устойчивости или деформативности), определяют минимальные требуемые геометрические характеристики сечения по действующим на конструкцию внешним и внутренним усилиям. Затем, исходя из стандартных размеров, сортаментов применяемых материалов и прочих условий, уточняют геометрию сечения. Здесь также важно уметь рационально распорядиться конструктивными параметрами сечения при его компоновке.

Каждый рассмотренный способ расчета имеет свои достоинства и недостатки. Например, недостатком первого способа является относительная длительность выполнения расчета по сравнению со вторым,

при котором удастся быстрее найти сечение, близкое к оптимальному. Однако при втором способе зачастую оказывается скрытым физический смысл исходного условия.

Поэтому на практике чаще применяется смешанный способ, когда на первых стадиях расчета подбирают сечение по минимально требуемым геометрическим характеристикам (по одному из условий), а затем делают проверки принятого сечения по остальным условиям.

Следует стремиться к тому, чтобы все пункты расчета выполнялись примерно с равной точностью, не допуская по отдельным из них больших запасов. Если это удастся, то конструкция считается равнопрочной.

4.6. Расчет связей

Связи – наиболее распространенный конструктивный элемент, обеспечивающий пространственную устойчивость здания.

Назначение связей:

- создание жесткости каркаса;
- обеспечение устойчивости сжатых элементов конструкции;
- восприятие ветровых и других горизонтальных (крановых) нагрузок;
- создание условий пространственной работы каркаса;
- обеспечение устойчивости в условиях монтажа конструкций.

Связевые фермы рассматриваются традиционными методами строительной механики с учетом материала и конструкции решетки. Условные горизонтальные усилия на ферму определяются в зависимости от интенсивности вертикальной равномерно распределенной нагрузки на 1 м горизонтальной проекции несущей конструкции покрытия и т.д. [7; 23].

При выполнении курсового проекта разрешается не определять усилия в связевых фермах, а сечения их деревянных сжатых элементов назначать из условия предельной гибкости связей, $\lambda_{св} \leq 200$ [1, табл. 17].

Например, минимальный размер h высоты поперечного сечения связевого элемента длиной $l = 5,8$ м определяется из условия $\lambda = \frac{l}{r} = 200$. Так как $r = 0,29h$ – радиус инерции прямоугольного сечения, то

$$h = \frac{l}{0,29 \cdot 200} = \frac{580}{0,29 \cdot 200} = 10 \text{ см.}$$

Металлические растянутые элементы связевых систем должны иметь гибкость λ не более 400. Следовательно, требуемая величина радиуса инерции $r = \frac{l}{400}$, где l – расчетная длина растянутого металлического элемента связевых систем, зависящая от способа закрепления элемента (расчетной схемы). По величине требуемого момента инерции подбирается профиль металлического связевого элемента.

4.7. Расчет металлических элементов

В деревянных конструкциях растянутые металлические элементы применяют в качестве анкеров, подвесок, растянутых элементов металлодеревянных конструкций, затяжек арочных и сводчатых конструкций и т.п. Все элементы тяжей и рабочих болтов следует проверять по нормам для стальных конструкций и принимать диаметром не меньше 12 мм (прил. 4).

Расчетные сопротивления стали в параллельно работающих двойных и более тяжах и болтах следует снижать умножением на коэффициент 0,85, учитывающий неравномерность распределения усилий. При проектировании металлических тяжей рекомендуется избегать местного ослабления рабочего сечения.

Рабочие болтовые связи и стяжные муфты следует применять, когда требуется монтажное или эксплуатационное регулирование их длины. При проектировании металлических элементов необходимо выполнять конструктивные требования и ограничения по условию изготовления (см. прил. 4).

4.8. Составление кратких указаний по защитным мероприятиям для деревянных конструкций и металлических элементов

В курсовом проекте следует предусматривать мероприятия по защите ограждающих и несущих конструкций от увлажнения, биологического повреждения (гниения и насекомых) и возгорания, а металлических элементов – от коррозии.

Основное внимание необходимо уделять конструктивным мерам защиты, которые следует осуществлять во всех зданиях и сооружениях независимо от их назначения и срока службы. Конструктивная защита от увлажнения и загнивания приведена в [20, с. 230 – 233], [22, с. 103 – 106].

Как правило, такие меры защиты от увлажнения достаточны в зданиях, эксплуатируемых при нормальной относительной влажности воздуха, не превышающей 70 – 75 %, так как влажность древесины в этом случае не достигает 20 %. При невозможности защитить древесину от увлажнения конструктивными мерами ее необходимо антисептировать [20, с. 230 – 243], [22, с. 106 – 107].

Из условия пожароопасности зданий возможность применения тех или иных деревянных конструкций следует определять по указаниям [3]. При этом также необходимо предусматривать конструктивные меры защиты от возгорания. Если конструктивных мер недостаточно, то с помощью химических средств древесину удается перевести из группы сгораемых материалов в группу трудносгораемых. В работе [8] приводятся мероприятия по защите конструкций от коррозии в агрессивных средах складов минеральных удобрений.

4.9. Оформление расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительную записку выполняют на листах формата 210 × 297 мм (А4). Текст и расчеты записывают на одной или двух сторонах листа, эскизы, графостатику, расчетные схемы и прочие чертежи в записке выполняют в карандаше или с помощью ЭВМ. Основные надписи в расчетно-пояснительной записке выполняют в соответствии с ГОСТ 21.101-97. На первой странице – форма 3, на последующих – форма 4.

Примерное содержание записки:

1. Задание.
2. Введение.
3. Сравнение трех вариантов.
4. Расчет и конструирование:
 - ограждающих конструкций;
 - несущих конструкций;
 - узлов сопряжений несущих конструкций.

5. Конструирование связей жесткости каркаса.
6. Указания по защите ограждающих и несущих конструкций.
7. Приложение.
8. Библиографический список.

Задание на курсовой проект подшивают к пояснительной записке после титульного листа. Далее после содержания следует введение, в котором приводят характер исходных данных, краткую характеристику сооружения, обосновывают выбор трех конструктивных вариантов, уточняют исходные данные и после сравнения вариантов выполняют эскизную проработку основного варианта.

Расчеты конструкций и элементов излагают в следующей последовательности:

- исходные данные и теоретические характеристики элемента;
- расчетная схема конструкций;
- статический расчет (графостатика, расчетные рабочие формулы, затем сводная таблица усилий);
- эпюры внутренних усилий;
- конструктивный расчет (по пунктам) с эскизом сечений элементов и узлов).

Часть промежуточных расчетов, таблиц, графиков, нарушающих логику вычислений, целесообразно внести в приложение. При использовании программ для микрокалькуляторов в записку следует внести блок-схемы с алгоритмом вычислений. Текст программ можно опустить либо поместить в приложение.

После расчетов следует дать краткие указания по защите конструкций от увлажнения, загнивания и возгорания, привести основные конструктивные меры, химические препараты и способы их использования для конкретных конструкций в данном курсовом проекте.

Далее следует составить библиографический список по установленным правилам составления библиографических данных. Для примера можно воспользоваться библиографическим списком настоящих методических указаний.

4.10. Графическая часть проекта

Графическую часть курсового проекта выполняют на 3 – 4 листах формата А2 (22) размерами 420 × 594 мм. Она должна иметь примерно следующий состав чертежей конструкций и элементов.

1-й лист – монтажная схема здания в трех проекциях в масштабе 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500. Здесь же приводят узлы связей и сводную спецификацию деревянных, металлических и железобетонных элементов по форме, указанной ниже.

Сводная спецификация

Марка	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса единицы, кг	Примечание

2-й лист – фронтальный вид – поперечный разрез здания, совмещенный через ось симметрии с торцевым фахверком (послойным изображением элементов ограждения и связей). Здесь же дают основные узлы сопряжения основных конструкций со стеновым ограждением и покрытием в масштабе 1 : 10, 1 : 15, 1 : 20, участок продольного разреза (2 – 3 шага поперечных рам), оканчивающихся торцевым фахверком (стеной), с показом ограждения и связей по продольным стенам. На этом листе приводят спецификацию отправочных марок на сооружение.

Спецификация отправочных марок на сооружение

Номер отправочной марки	Номер позиции	Наименование отправочной марки	Кол-во	Объем, м ³		Масса, кг		Примечание
				1 шт.	общий	1 шт.	общая	

3-й лист – несущие конструкции, изображаемые минимум в двух проекциях в масштабе 1 : 20, 1 : 25, 1 : 40; заполняют спецификацию сборочных марок на каждую изображенную конструкцию.

Спецификация сборочных марок на конструкцию

Номер отправочной марки	Номер сборочной марки	Наименование сборочного элемента	Сечение, мм	Длина, мм	Кол-во, шт.	Объем, м ³	Масса, кг	Сорт древесины	Примечание

4-й лист – ограждающие конструкции покрытия, например, клеёфанерная плита в трех проекциях в масштабе 1 : 20, 1 : 25, 1 : 40, узлы и детали в двух проекциях, масштаб 1 : 10, 1 : 15, 1 : 20.

В правом нижнем углу должен быть расположен штамп, оформленный в соответствии с правилами ЕСКД.

Вопросы подбора материалов, изготовления конструкций, их защиты от гниения и возгорания, транспортировки, монтажа и тому подобного отражаются в примечаниях к чертежам.

В металлодеревянных конструкциях составляется ведомость металла на одну марку.

Ведомость металла на одну марку
Сталь марки Ст 3

Марка	Позиция	Профиль	Длина, мм	Кол-во	Масса		
					1 шт.	общая	марки

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Исходные данные курсового проекта студент принимает по цифрам присвоенного ему шифра. Номер схемы здания определяется по последней цифре шифра, район строительства и порода древесины для несущих конструкций – по таблице и принимаются по предпоследней цифре шифра.

Район строительства	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	Чита	Новосибирск	Владимир	Вологда	Пермь	Иркутск	Брест	Белгород	Красноярск	Казань
Порода древесины	Кедр	Лиственница	Сосна	Ель	Пихта	Кедр	Сосна	Ель	Лиственница	Пихта

Основные данные и пояснения к заданию на курсовой проект приведены на каждой схеме. На схемах и в таблицах к ним обозначены: l – пролет, м; H – высота от уровня пола до низа несущей конструкции либо до уровня головки подкранового рельса, м; B – шаг несущих конструкций, м; L – длина здания, м. Вариант схемы принимается по предпоследней цифре шифра.

Дополнительные данные, такие как степень ответственности здания, температурно-влажностные условия эксплуатации, типы и марки клеев и некоторые другие данные, студент принимает самостоятельно по [1], [2].

Другие дополнительные данные по применяемым пластмассовым и металлическим материалам, виду кровли, кранам и крановым нагрузкам и так далее студент принимает со ссылкой на использованную нормативную и справочную литературу.

Схемы № 1 и 7

Склад сыпучих материалов

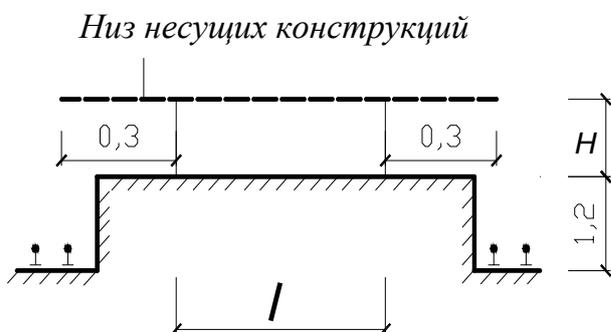


Склад предназначен для хранения минеральных удобрений. Помещение неотапливаемое. Грузоподъемное оборудование – грейфер $Q = 5$ т. Собственная масса грейфера 0,85 т. В торцевых стенах склада предусмотрены ворота.

Дано	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l	21	18	21	24	30	36	42	48	54	60
H	12	9	7	8	10	12	14	16	18	20
B	4,5	6	5,5	5	4,5	4	6	5,5	5	4,5
L	65	66	55	55	45	60	66	66	85	90

Схемы № 2 и 8

Прирельсовый склад

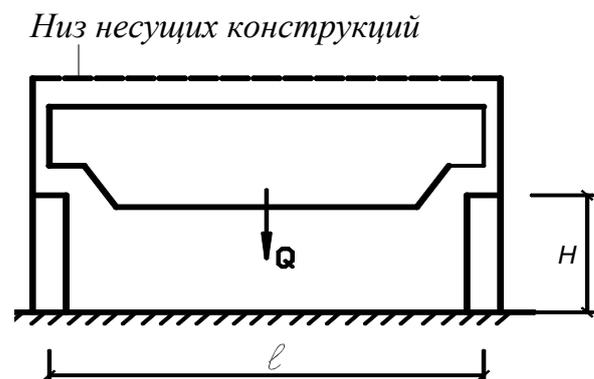


Склад предназначен для хранения и перевалки штучных грузов. Здание неотапливаемое с тепловой инерцией. Торцевые стены склада глухие. Рампа железобетонная.

Дано	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
H	3,6	4,2	4,8	5,4	6	6,6	7,2	7,8	8,4	9
B	6,5	6	5,5	5	4,5	4	6	5,5	5	4,5
L	65	66	66	55	54	52	78	77	70	90

Схемы № 3 и 9 Цех клееных конструкций

Здание отапливаемое, оборудовано двумя мостовыми кранами грузоподъемностью $Q = 5$ т с легким режимом работы.

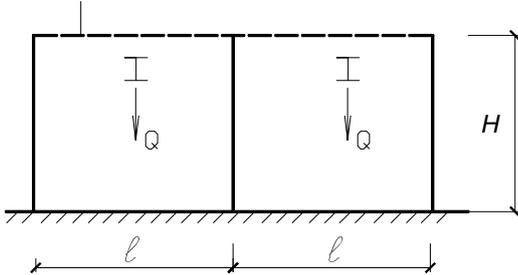


Дано	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l_k	11	14	17	20	23	26	29	32	29	32
H	6	6,5	7	6	6,5	7	6	6,5	7	6
B	6,5	6	5,5	5	4,5	4	6	5,5	5	4,5
L	65	66	66	55	54	52	78	77	70	72

Схемы № 4 и 0

Ремонтные мастерские

Низ несущих конструкций

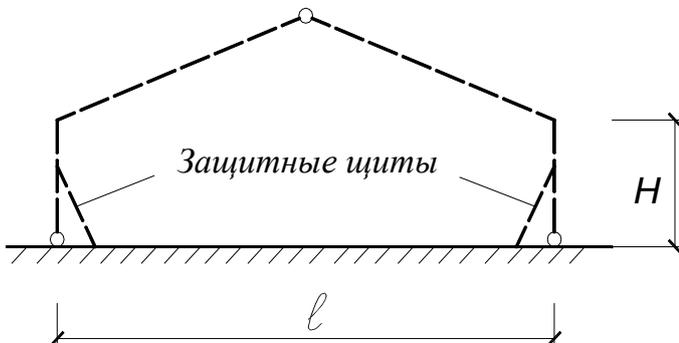


Мастерские предназначены для ремонта сельхозтехники. Здание отапливаемое, оборудовано электрическими тальями грузоподъемностью Q , тс. Ворота в здании предусмотрены в торцевых стенах.

Дано	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l	9	12	18	21	24	30	12	18	21	24
H	3,6	4,2	4,8	5,4	6	3,6	4,2	4,8	5,4	6
B	6,5	6	5,5	5	4,5	4	4,5	5	5,5	6
L	78	72	66	60	54	60	54	60	77	84
Q	0,25	0,5	1	2	3,2	5	1	2	3,2	5

Схема № 5

Легкоатлетический манеж

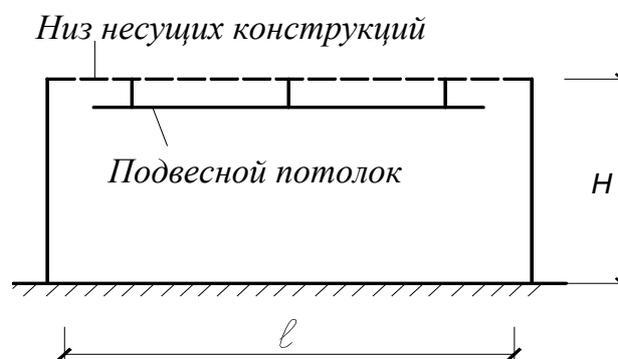


Манеж предназначен для тренинга верховых лошадей. Здание неотапливаемое, расчетная температура внутри помещения $+6$ °С. По периметру стен манежа с внутренней стороны должны предусматриваться защитные наклонные щиты высотой 1,5 м.

Дано	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l	27	15	24	18	19	20	21	22	23	24
H	4	4,5	5	5,5	6	4	4,5	5	5,5	6
B	6,5	6	5,5	5	4,5	6	5,5	5	4,5	4
L	152	148	144	16	154	160	166	155	154	152

Схема № 6 Теннисный корт

Здание отапливаемое с подвесным потолком. По желанию студента подвесной потолок может быть принят декоративным или утепленным.



Дано	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l	15	18	21	24	30	24	21	18	15	18
H	3,6	4,2	4,8	5,4	6	6	5,4	4,8	4,2	3,6
B	6,5	6	5,5	5	4,5	6	5,5	5	4,5	4
L	52	48	44	60	54	60	66	55	54	52

ФОРМА БЛАНКА ЗАДАНИЯ

З А Д А Н И Е

на выполнение курсового проекта по курсу

"Конструкции из дерева и пластмасс"

Студенту _____
(ФИО)

Шифр _____ группа _____

Тема _____

Исходные данные:

1. Схема здания



2. Район строительства _____

3. Порода древесины _____

4. Пролет здания _____

5. Высота здания _____

6. Шаг несущих конструкций _____

7. Длина здания _____

8. Дополнительные требования _____

Дата _____

Руководитель _____

СОРТАМЕНТ ПИЛОМАТЕРИАЛА

Сортамент пиломатериалов ГОСТ 24454-80*Е

Вид пиломатериала	Толщина, мм	Ширина, мм								
		75	100	125	150	175	200	225	250	275
Доска	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
Бруски	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
Брусья	125	-	-	125	150	175	200	225	250	-
	150	-	-	-	150	175	200	225	250	-
	175	-	-	-	-	175	200	225	250	-
	200	-	-	-	-	-	200	225	250	-
	250	-	-	-	-	-	-	-	250	-

Примечание. Длина пиломатериалов от 1 до 6,5 м с градацией 0,25 м.

Сортамент и плотность фанеры и древесных пластиков

Материал	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³
Строительная фанера клееная марок ФСФ и ФК	2440	1220	3	700
	2135	1525	4	
	1830	1220	5	
	1525	1525	6;7;8;	
	1525	1220	9;10;12;	
	1525	725	15;18;19	
	1220	1220		
	1220	725		
Бакелизованная фанера марок: ФБС ФБСВ	1500	1220	5	1010
	1500	1500	7	
	4400	1500	10	
	4900	1250	12	
	5000	1200	14	
	5600	1200	16	
	5600	1500	16	
	7700	1500	18	
Древесно-слоистый пластик марок: ДСП-Б ДСП-В	2400 – 5600	800 – 1200	15 – 60 через 5 мм	1300
	700 – 5600	800 – 1200	1 – 12	
Плиты древесно-во- локнистые: сверхтвердые твердые	1200	1200	3;4	950
	3600	1600	3;4;5;6	850
Плиты древесно- стружечные ПТ-1 ПС-1 ПТ-3 ПС-3	1800	1200	10;13	660
	3000	1500	16;19	500
	3500	1750	22	660
	3660	1830	25	500

**КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Болтовые соединения

Диаметр болтов, мм	12	14	14	18	20	22	24	27	30	36
Диаметр отверстий для болтов нормальной точности, мм	15	17	19	21	23	25	27	30	33	39

Примечание. Болты диаметром 14, 18, 22 и 27 и отверстия диаметром 27 мм не рекомендуются для широкого применения.

Расстояния при размещении болтов

Характеристика расстояния	Величина
Расстояния между центрами болтов в любом направлении:	
а) минимальное (при стали с $\sigma_t \leq 380$ МПа)	$2,5 d$
б) максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков	$8 d$ или $12 t$
в) максимальное в средних рядах, а также в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:	
при растяжении	$16 d$ или $24 t$
при сжатии	$12 d$ или $18 t$
Расстояние от центра болта до края элемента:	
а) минимальное вдоль усилия	$2 d$
б) то же, поперек усилия при кромках:	
обрезных	$1,5 d$
прокатных	$1,2 d$
в) максимальное	$4 d$ или $8 t$
г) минимальное для высокопрочных болтов при любой кромке и любом направлении усилия	$1,3 d$

Примечание. d - диаметр отверстия для болта; t - толщина наиболее тонкого наружного элемента. Соединительные болты должны размещаться на максимальных расстояниях, а в стыках и узлах болты следует размещать на минимальных расстояниях.

Пределные усилия на болт

Характеристика болтов и соединений	Класс	Напря- женное состоя- ние	Усилие, тс, на болт диаметром, мм				
			12	16	20	24	30
			с помощью поперечного сечения (нетто), см ²				
			0,83 7	1,57	2,45	3,52	5,60
Одноболтовые и многоболтовые с болтами нормальной точности	4,6	Растя- жение	1,46	2,74	4,28	6,16	9,80
	5,6		1,75	3,30	5,14	7,39	11,76
	6,6		2,09	3,92	6,12	8,80	14,00
Одноболтовые с болтами нормальной точности	4,6	Срез	1,70	3,01	4,71	6,78	10,80
	5,6		2,15	3,80	5,96	8,50	13,40
		Смятие*	4,92	6,56	8,20	9,84	12,30
Многоболтовые с болтами нормальной точности	4,6	Срез	1,30	2,30	3,60	5,19	8,11
	5,6		1,64	2,92	4,56	6,56	10,26
	8,8		2,76	4,92	7,68	11,06	17,28
		Смятие	3,76	5,02	6,27	7,52	9,41
Одноболтовые и многоболтовые с болтами повышенной точности	8,8	Растя- жение	3,35	6,28	9,80	14,08	22,40
		Срез	3,07	5,46	8,54	12,29	19,20
		Смятие	-	6,12	7,65	9,18	11,47

Примечание. Длину болтов рекомендуется применять на $1,5 d$ больше сопрягаемых элементов. Классы болтов назначаются в зависимости от расчетных сопротивлений стали срезу и растяжению.

* При толщине снимаемого элемента 1 см в конструкциях из стали с пределом текучести до 250 МПа (3550 кгс/см²).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – М. : Минрегион развития, 2010. – 86 с.
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. – М. : Минрегион развития, 2010. – 86 с.
3. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М. : Минстрой России, 2002. – 15 с.
4. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – М. : Стройиздат, 1989. – 90 с.
5. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – М. : Минрегион развития, 2010. – 166 с.
6. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой РФ. – М. : Госстрой России, 2004. – 79 с.
7. Пособие по проектированию деревянных конструкций к СНиП II-25-80 / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М. : Стройиздат, 1986. – 216 с.
8. Рекомендации по проектированию защиты от коррозии строительных конструкций складов минеральных удобрений / НИИЖБ Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1983. – 77 с.
9. Руководство по обеспечению долговечности деревянных клееных конструкций при воздействии на них микроклимата зданий различного назначения и атмосферных факторов. – М. : Стройиздат, 1981. – 61 с.
10. Рекомендации по проектированию и изготовлению дощатых конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М. : 1983. – 40 с.
11. Рекомендации по применению огнезащитных покрытий для деревянных конструкций ЦНИИСК. – М., 1983. – 46 с.
12. ГОСТ 20850-84. Конструкции деревянные клееные. Общие технические условия.
13. ГОСТ 8486-86*Е. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия.
14. ГОСТ 2695-83*. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия.

* – Приводится в авторской редакции.

15. ГОСТ 24454-80*Е. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры.
16. ГОСТ 16363-98. Средства защиты для древесины. Метод определения огнезащитных свойств.
17. ГОСТ 6449.1-82. Изделия из древесины и древесных материалов. Поля допусков для линейных размеров и посадки.
18. ГОСТ 7307-75*. Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку.
19. Шмид, А. Б. Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры : учеб. пособие / А. Б. Шмид, П. А. Дмитриев. – М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2001. - 292 с. – ISBN 5-274-00419-9.
20. Деревянные конструкции и детали : справ. строителя / В. М. Хрулев и [др.] ; под ред. В. М. Хрулева. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М. : Стройиздат, 1983. – 288 с.
21. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы) : справ. / Ю. А. Дыховичный и [др.]; под ред. Ю. А. Дыховичного, Э. З. Жуковского. – М. : Высш. шк., 1991. – 543 с.
22. Конструкции из дерева и пластмасс : учеб. для вузов / Ю. В. Слицкоухов [и др.]; под ред. Г. Г. Карлсена, Ю. В. Слицкоухова. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1986. – 547 с.
23. Зубарев, Г. Н. Конструкции из дерева и пластмасс / Г. Н. Зубарев. – М. : Высш. шк., 1990. – 287 с.
24. Гринь, И. М. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет : учеб. пособие / И. М. Гринь, К. Е. Джантемиров, В. И. Гринь. изд. 3-е, перераб. и доп. – Киев : Вища шк., 1990. – 221 с.
25. Индустриальные деревянные конструкции. Примеры проектирования : учеб. пособие для вузов / Ю. В. Слицкоухов [и др.] ; под ред. Ю. В. Слицкоухова. – М. : Стройиздат, 1991. – 256 с.
26. Щуко, В. Ю. Конструкции из дерева и пластмасс. Облегченные дощатые конструкции : учеб. пособие / В. Ю. Щуко, Л. А. Еропов, Е. А. Смирнов. – Владим. гос. ун-т. – Владимир, 1990. – 56 с.
27. Щуко, В. Ю. Легкие цельнодеревянные конструкции для сельскохозяйственного строительства : учеб. пособие / В. Ю. Щуко, Л. А. Еропов, С. Н. Авдеев. – Владимир, 1989. – 76 с.

28. *Щуко В. Ю.* Армированные деревянные конструкции в строительстве : учеб. пособие / В. Ю. Щуко, С. И. Рощина. – Владимир, 2002. – 66 с.

29. Проектирование дощатых стержневых конструкций покрытия здания : метод. указания к курсовому проектированию / сост. : Д. К. Арленинов, С.И. Рощина, С.Н. Авдеев. – Владимир, 2001. – 20 с.

30. *Арленинов, Д. К.* Деревянные конструкции. Примеры расчета и проектирования : учеб. пособие / Д. К. Арленинов, Ю. Н. Буслаев, В. П. Игнатъев; под ред. Д. К. Арленинова. – М. : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2006. – 246 с. – ISBN 5-93093-467-3.

31. *Гаппоев, М. М.* Конструкции из дерева и пластмасс : учебник / М. М. Гаппоев [и др.]. – М. : АСВ, 2004, – 440 с. – ISBN 5-93093-302-2.

32. *Ковальчук, Л. М.* Производство деревянных клееных конструкций / Л. М. Ковальчук. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Стройматериалы, 2005. – 336 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕМА И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
2. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	5
3. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЛАН РАБОТЫ НАД КУРСОВЫМ ПРОЕКТОМ.....	5
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭТАПАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	6
4.1. Изучение и уточнение исходных данных, ознакомление со специальной литературой	6
4.2. Эскизная проработка проектного решения. Вариантное проектирование.....	6
4.3. Расчет и конструирование основных элементов здания...26	
4.4. Ограждающие конструкции.....	28
4.5. Несущие конструкции.....	29
4.6. Расчет связей	37
4.7. Расчет металлических элементов	38
4.8 . Составление кратких указаний по защитным мероприятиям для деревянных конструкций и металлических элементов	38
4.9. Оформление расчетно-пояснительной записки.....	39
4.10. Графическая часть проекта.....	40
Приложения.....	42
Библиографический список.....	45