

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 проекта несущих конструкций каркаса здания и покрытия,
выполненной с использованием древесины»
(по вариантам)

для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»

Москва 2022

1. ВВЕДЕНИЕ

Цель методических указаний - познакомить студентов с перечнем вопросов, включенных в рабочую программу курса «Конструкции из дерева и пластмасс» с указанием на источники, в которых находятся ответы; представление исходных данных для курсового проекта указаниями по его выполнению.

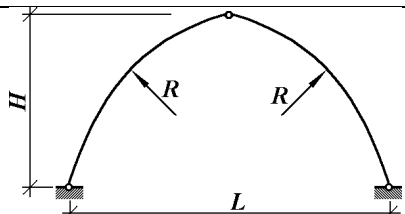
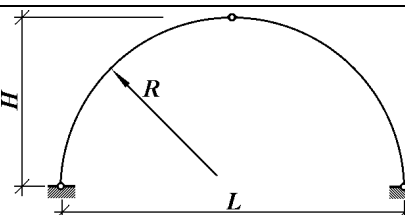
2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Целью выполнения курсового проекта является закрепление, углубление и обобщение теоретического материала, а также приобретение навыков практического применения методов расчёта и конструирования при самостоятельном решении конкретной инженерной задачи.

Задачей курсового проекта является разработка проекта несущих конструкций каркаса здания и покрытия, выполненной с использованием древесины.

Данные для задания выбирают из таблиц 3.1-3.6 в соответствии с тремя последними цифрами учебного ИНС студента.

Таблица 3.1

Последняя цифра ИНС	Схемы основных несущих конструкций здания	Наименование объектов
1	2	3
1		Склад солей
2		Крытый каток

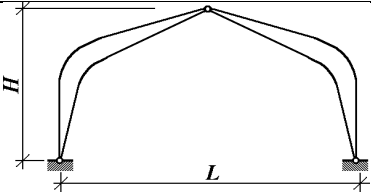
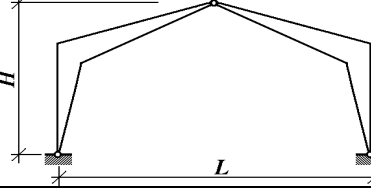
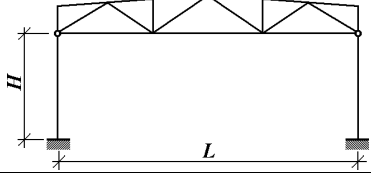
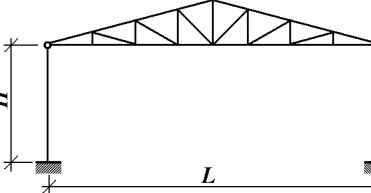
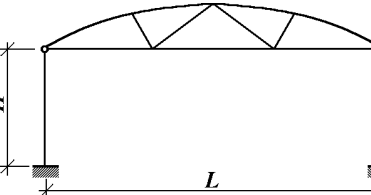
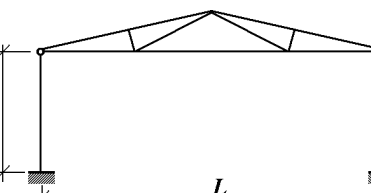
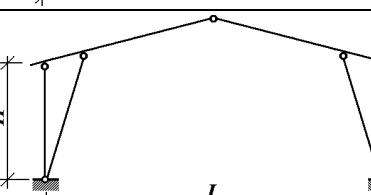
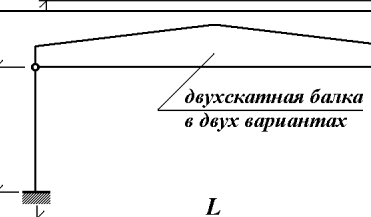
1	2	3
3		Склад минеральных удобрений
4		Склад готовой продукции
5		Однопролетное производственное здание
6		Прирельсовый склад
7		Цех заготовок и деталей для мебели
8		Однопролетное производственное здание
9		Зерносклад
0		Механическая мастерская

Таблица 3.2

Основные размеры здания в метрах

Предпоследняя цифра ИНС		Последняя цифра ИНС студента									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	L	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	H	7	7,4	7,8	8	8,4	7	7,4	7,8	8	6,8
	B	3	3,4	3,8	4	4,4	3,4	3,8	4,0	4,4	5,0
2	L	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	H	7	7,4	7,8	8	6,0	6,4	6,8	7,8	8,2	6,2
	B	3	7	5	6	3,4	4,6	5,0	6,0	4,2	5
3	L	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	H	6	6,4	6,8	7	7,4	8,0	7,6	7,6	8,0	8,4
	B	3	3,6	4,0	4,4	4,6	5,0	5,2	4	5,6	6
4	L	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	H	7	7,4	7,8	8	8,2	6,6	8	6,8	7,6	7,2
	B	3	4	5	4,4	5,4	4,6	3,6	3,8	4,2	5,2
5	L	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	H	6,8	7	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,4	8,6	8,8
	B	5,2	4,2	3,8	3,0	4,0	5,0	4,4	5,4	4,6	4,2
6	L	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	H	8	9	9,4	8,0	8,4	8,6	9,6	8,2	7,8	8,8
	B	4,2	4,8	5	5,4	5,8	4,4	4,6	5,0	5,4	6,0
7	L	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	H	8	6,4	8,8	6,8	7,8	5,8	10	9,8	7,2	6,0
	B	4	4,2	4,6	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	3,8
8	L	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
	H	8	7,4	7,8	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	7,2	9,8
	B	4	3	3,4	3,6	3,8	5,0	5,4	5,6	5,8	4,8
9	L	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	H	8	8,4	8,2	7,4	6,8	9,0	9,3	6,2	6,6	7,6
	B	4	5	6	4,8	5,6	4,2	4,6	5,8	4,4	5,4
0	L	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	H	8	9	9,4	9,6	8,4	8,8	9,2	9,4	8,6	7,8
	B	4	4,2	4,4	4,6	5,0	5,2	5,6	6,0	3,6	3,8

Примечание: верхняя цифра означает размер пролёта **L**,
 средняя - высоту **H**,
 нижняя - шаг основных конструкций **B**.

Таблица 3.3

Район строительства

Предпоследняя цифра ИНС	Район строительства	Поверхностные нагрузки кН/м^2 (кгс/м^2)	
		расчётная от веса снегового покрова	нормативная от напора скоростного ветра
1	2	3	4
1	Москва	$\frac{1,8}{(180)}$	$\frac{0,23}{(23)}$
2	Хабаровск	$\frac{1,20}{(120)}$	$\frac{0,38}{(38)}$
3	Омск	$\frac{1,20}{(120)}$	$\frac{0,30}{(30)}$
4	Пермь	$\frac{3,2}{(320)}$	$\frac{0,30}{(30)}$
5	Казань	$\frac{2,4}{(240)}$	$\frac{0,30}{(30)}$
6	Санкт-Петербург	$\frac{1,8}{(180)}$	$\frac{0,30}{(30)}$
7	Архангельск	$\frac{2,4}{(240)}$	$\frac{0,30}{(30)}$
8	Мурманск	$\frac{2,4}{(240)}$	$\frac{0,48}{(48)}$
9	Игарка	$\frac{3,2}{(320)}$	$\frac{0,38}{(38)}$
0	Дудинка	$\frac{3,2}{(320)}$	$\frac{0,38}{(38)}$

Таблица 3.4

Тепловой режим здания

Третья с конца цифра ИНС студента	Тепловой режим
1, 4, 6, 3, 9	Холодный
2, 5, 7, 8, 0	Тёплый

Таблица 3.5

Последняя цифра ИНС студента	Сечение стоек каркаса для схем 5, 6, 7, 8, 0
5, 7	Сплошная дощато-клееная стойка
6, 8, 0	Составная стойка из брёвен, брусьев или решётчатая

Таблица 3.6

Третья с конца цифра ИНС студента	Тип конструкции покрытия
1, 3, 5, 7, 9	Прогонное покрытие
2, 4, 6, 8, 0	Беспрогонное покрытие

Схему здания принимают по последней цифре ИНС студента (см.табл. 3.1). Размеры пролёта, высоту и шаг расстановки конструкций находят по последней и предпоследней цифрам ИНС (см. табл. 3.2).

Географический район строительства определяют по табл.3.3 согласно предпоследней цифре ИНС, а тепловой режим здания - по табл. 3.4 согласно третьей от конца цифре ИНС.

Пример определения исходных данных здания под ИНС тремя последними цифрами - 5 3 5

По табл. 3.1-3.6 находим: схему несущих конструкций (5 - однопролётное производственное здание с трапециевидной фермой; пролёт ($L = 20,0$ м); высота ($H=7,4$ м); шаг расстановки ($B=4,6$ м); район строительства (Омск); тепловой режим здания - (*тёплый*); сечение стойки каркаса (*сплошная дощато-клееная*); покрытие - (*прогонное*).

Высота H дана в таблице 3.1 в схемах 1-4,9 и между уровнями заделки стоек в фундамент и уровнем нижнего пояса фермы или балки.

Длину здания принимают равной 11 шагам (*11 В*). Радиус кривизны полуарок в схеме 1 равен пролёту - L .

3. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ И ЕЁ СОСТАВ

Содержание работы включает следующие подразделы:

1) геометрический расчёт конструктивной схемы; 2) сбор нагрузок; 3) статический расчёт конструкции; 4) подбор сечений элементов конструкции; 5) расчёт узлов конструкции; 6) разработка или принятие мер для защиты от загнивания, возгорания, коррозии.

Результаты работы представляются в виде пояснительной записки и 1,5 листа чертежей формата А1 (или трех листов формата А2), а по схемам 5, 6, 7 и 8 возможно и на 2 листах формата А1.

Пояснительная записка должна содержать: исходные данные; выбранные материалы (автор сам выбирает материал - породу древесины и её сорт (желательно сосна, ель), для стали - марку или класс прочности стали), действующие нагрузки, сбор расчётной нагрузки, определение усилий в элементах, подбор сечений и расчёт узлов; принятые меры по защите материалов конструкции от загнивания, возгорания, коррозии.

Все расчёты выполняют в соответствии с действующими Сводами правил и иллюстрируют необходимыми схемами и эскизами.

На листах чертежей изображают разработанные конструкции (отправочный элемент) и их детали, узлы, приводят спецификацию и примечания.

На первом листе приводятся: как правило, совмещенные планы здания (план каркаса, планы связей и распорок, план покрытия, включающий прогоны или плиты покрытия); поперечные и продольные разрезы здания с указанием вертикальных связей, распорок, расположения стеновых панелей и т.д.; торцовый фасад с размещением ворот, окон и панелей; чертеж колонны по схемам 0, 5, 6, 7 и 8; план и разрезы панели покрытия или щитового настила; спецификация изделий и элементов на все здание и на те элементы, которые расположены на этом листе; рекомендации по изготовлению и монтажу; примечания.

На втором листе размещается: рабочий чертеж несущего элемента (полуарка, полурама, ферма, балки) с детальным рассмотрением узлов и опираний; спецификация на расположенные на этом листе элементы и конструкции.

Графическая часть должна полностью основываться на расчетах и конструировании, выполненных в пояснительной записке.

Примеры компоновки листов приведены в приложениях.

Следует заметить, что чертежи, расположенные в приложениях, не могут служить эталоном или образцом выполнения графической части проекта, а лишь служат примером возможного расположения на листах и одним из вариантов конструктивного решения. Автор проекта несет ответственность за правильность выбора того или иного варианта конструктивного решения и обосновывает свой выбор при защите проекта.

При выполнении графической части на компьютере студент дополнительно подтверждает это, проходя процедуру тестов по имеющимся при себе материалам на носителях (дисках, дискетах). При отрицательном результате тестирования графическая часть переоформляется в традиционном виде.

Оформление пояснительной записки и чертежей ведётся в соответствии с требованиями ЕСКД.

4. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

4.1 Общие положения

Каркас здания представляет собой пространственную конструкцию, однако, пространственная работа его обычно не учитывается и для расчёта каркас расчленяется на плоские системы (рамы). Поперечная рама, состоящая из стоек и фермы или конструкций других систем, является основной частью каркаса.

Расчёт ведётся в нисходящем порядке: сначала рассчитывают несущие элементы покрытия (настилы и прогоны или кровельные панели), затем основную несущую конструкцию покрытия (ферму, балку, арку, раму, свод), стойки и их закрепление в фундаментах. Фундаменты в составе проекта не рассчитывают.

При расчёте плоской несущей конструкции, расположенной в поперечном направлении каркасного здания (схемы 5; 6; 7; 8; 0), принимают следующие допущения:

- а) решётчатый или сплошной ригель принимается абсолютно жёстким;
- б) стойки шарнирно соединены с ригелем и жёстко с фундаментом;
- в) ветровая нагрузка, действующая на вертикальные поверхности покрытия, расположенные выше стойки, принимается сосредоточенной и приложенной к верху стойки.

За расчётный пролёт несущей конструкции принимают указанный в задании на схеме поперечный размер здания или сооружения.

До начала расчёта решётчатых конструкций уточняют геометрические размеры их элементов: длину панелей поясов и элементов решётки, углы наклона верхнего пояса и раскосов. Для этого, принимая за основу схему конструкции, приведённую в задании, определяют высоту конструкции в середине пролёта по рекомендуемому соотношению высоты и пролёта соответствующего вида конструкций.

4.2 Конструирование и расчёт несущих элементов покрытия

Конструкции покрытия. В зависимости от теплового режима зданий покрытия могут быть холодные и утеплённые. В состав покрытия входят несущие элементы и кровля, а в утеплённых покрытиях, кроме того, пароизоляция и теплоизолирующий слой. В конструктивном отношении используются два решения: покрытия по прогонам и

покрытия без прогонов с применением несущих щитов или панелей, укладываемых непосредственно на несущие конструкции.

Несущими элементами покрытия в прогонном решении являются:

- 1 рабочий настил, воспринимающий через кровлю внешние нагрузки и передающий их на прогоны, и скатные бруски;
- 2 прогоны, располагаемые в направлении продольной оси здания, передающие нагрузку на основную несущую конструкцию покрытия в виде ферм, балок, арок и рам;
- 3 скатные бруски, укладываемые по прогонам перпендикулярно скату в случае большого шага между ними (свыше 2 м) или под обрешётку для кровли из штучных материалов и кровельной стали.

На рис. 5.1, 5.2, 5.3 показаны основные варианты конструкции утеплённого и холодного покрытия по прогонам. Схема конструкции несущих клефанерных панелей дана на рис. 5.5. Уклон покрытия выбирается в зависимости от применяемого материала кровли.

В проекте должны быть предусмотрены конструктивные меры защиты деревянных элементов зданий от биологического разрушения, возгорания и действия химически агрессивной среды, а в необходимых случаях также защитная обработка древесины в соответствии с указаниями Свода правил и специальных инструкций.

Для утепления покрытий применяются, как правило, негорючие и биостойкие минеральные теплоизоляционные материалы.

Настилы. Конструкция деревянных настилов зависит от вида кровли. Настилы могут состоять из отдельных досок, уложенных плашмя или с небольшим зазором (3-15 см), или из брусков, разреженных на расстояние в осях не более 25 см.

Настилы могут быть одинарными или двойными. Двойные настилы применяют в качестве основания под рулонные кровли или под жёсткий утеплитель, по которому также укладывается рулонная кровля. Двойной настил состоит из нижнего (рабочего) сплошного слоя досок или обрешётки и защитного слоя, укладываемого под углом 30-45° к рабочему слою из досок толщиной 16-19 мм вплотную. Защитный настил обеспечивает повышенную жёсткость основания под кровлю и пространственную жёсткость покрытия в плоскости крыши.

Для наиболее равномерного распределения нагрузки к одинарному настилу или обрешётке можно снизу или сверху прибавить диагональные бруски или доски.

Настилы кровли могут быть также щитовыми - сборными. Щиты состоят из сплошного настила или обрешётки и поперечных или диагональных планок.

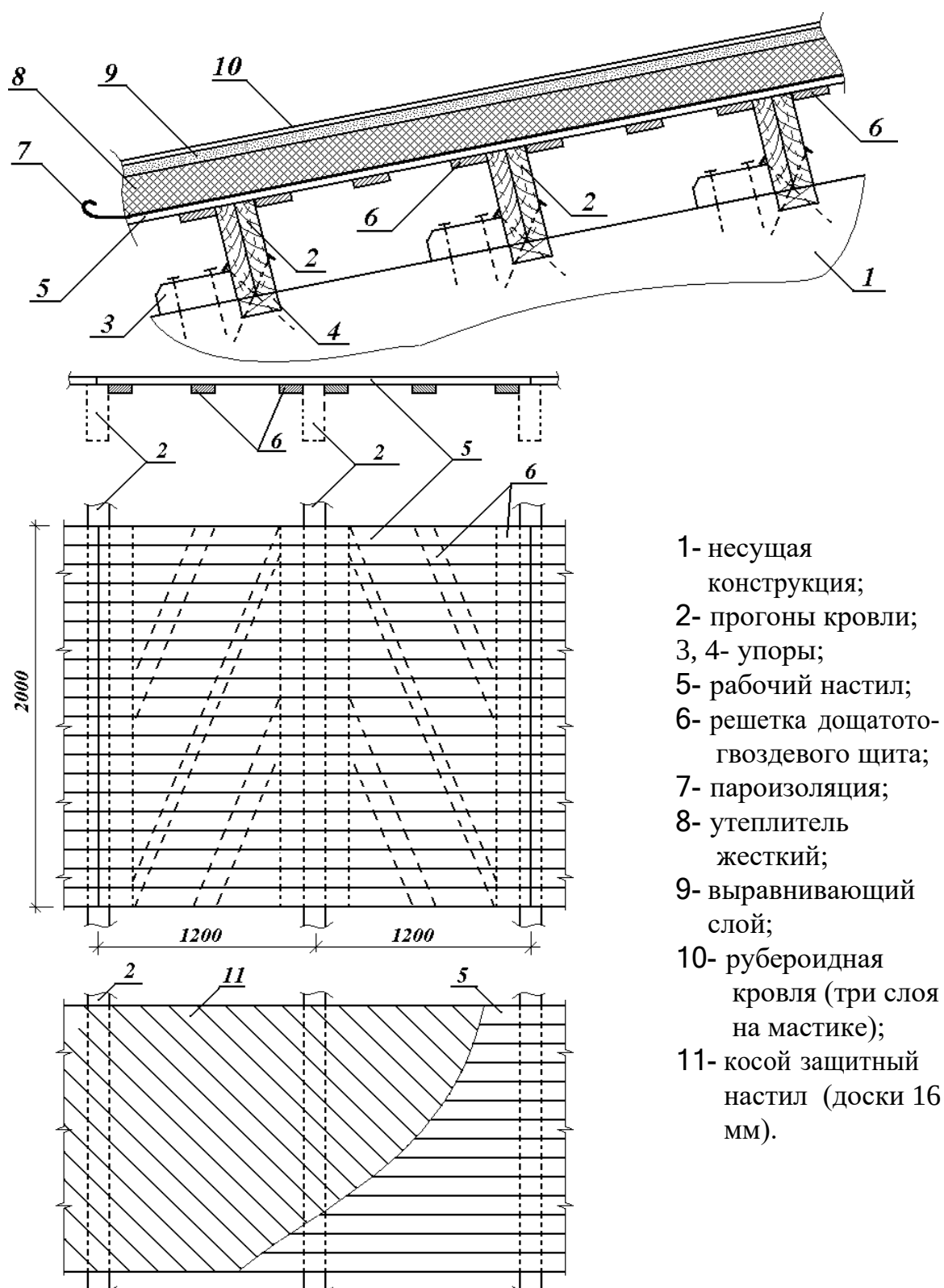


Рис.5.1. Схема утепленного непрветриваемого покрытия по прогонам.

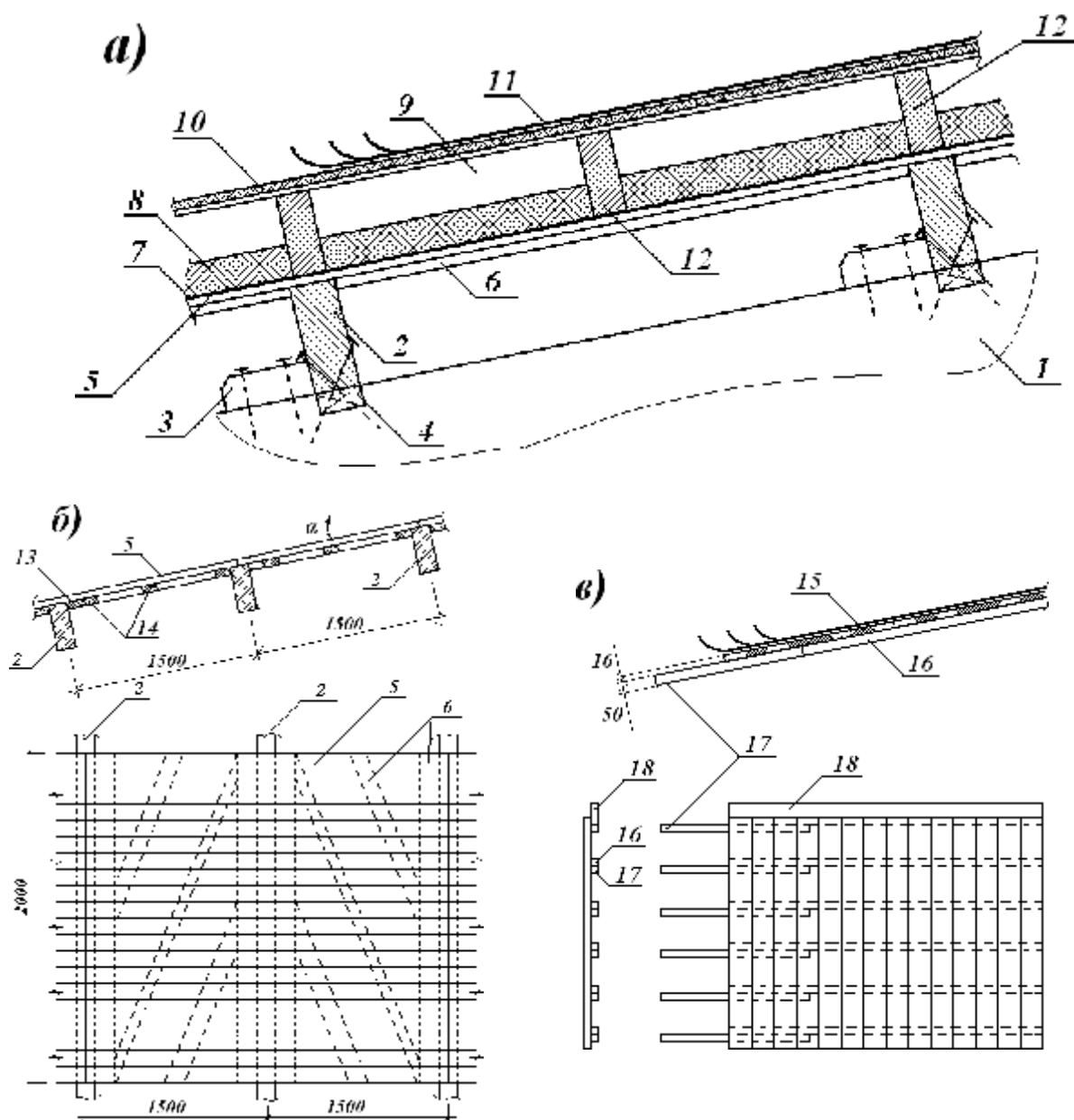


Рис.5.2. Схема утепленного проветриваемого покрытия:

а – разрез; **б** – щит рабочего настила; **в** – щит кровельный.

1 – верхний пояс несущей конструкции; 2 – прогоны; 3, 4 – упоры; 5 – рабочий настил (доски 19 – 25 мм); 6 – решетка дощато – гвоздевого щита; 7 – пароизоляция; 8 – утеплитель мягкий 50 – 70 мм; 9 – воздушная прослойка (продух); 10 – кровельный настил; 11 – рулонная кровля; 12 – диагональные бруски; 13 – поперечные планки; 14 – диагональные планки; 15 – сплошной настил в шпунт $\delta=16$ мм; 16 – рабочие рейки 50x50 мм; 17 – соединительные рейки 50x50 мм; 18 – соединительный продольный брусок 50x100 мм.

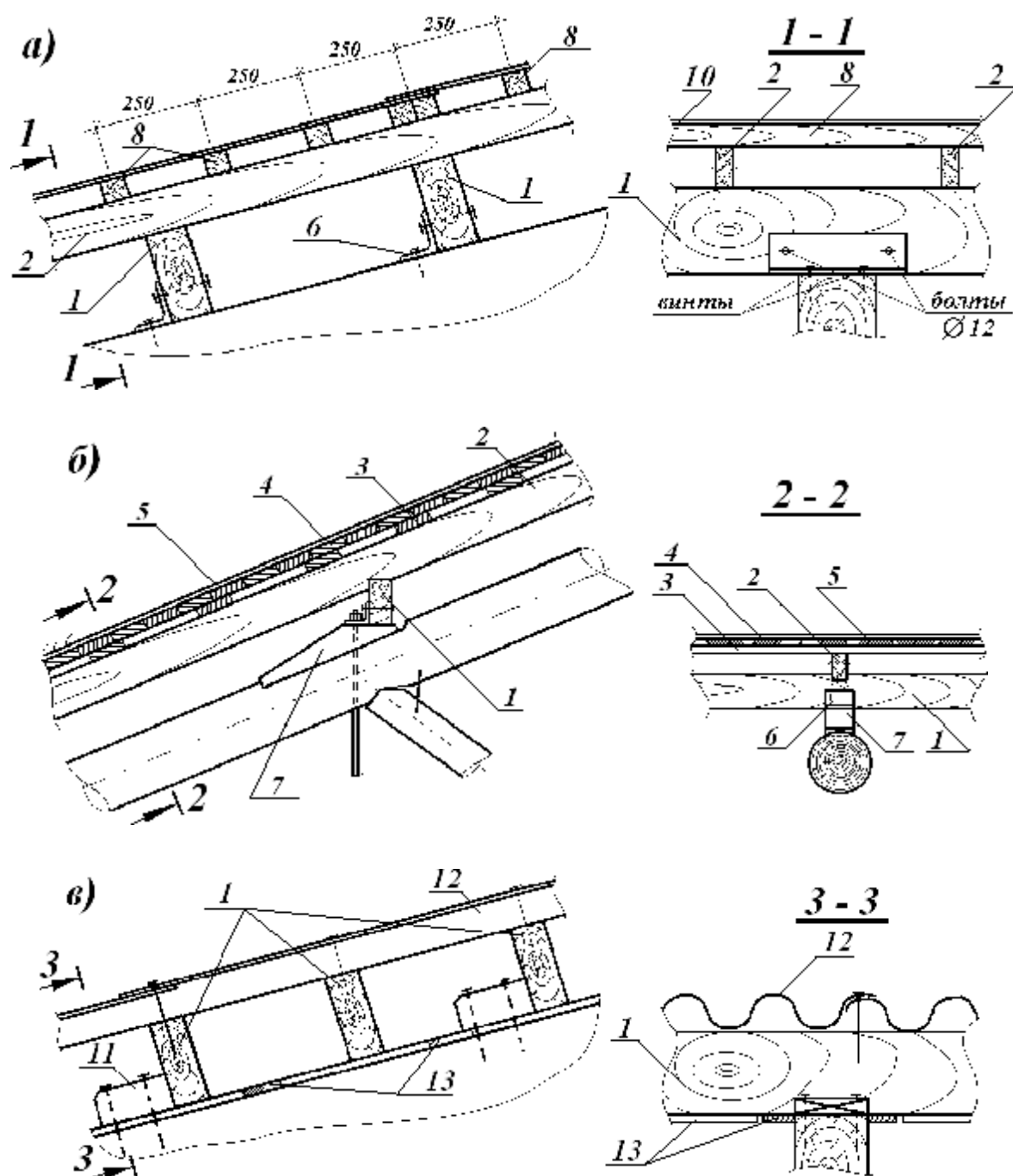


Рис.5.3. Конструкция холодного покрытия с кровлей:

а- из стали; **б-** рубероида; **в-** волнистого асбошифера.

1- балка; 2- стропильная нога; 3- рабочий настил из досок 19-32 мм; 4- защитный косой настил из досок 16-19 мм; 5- рубероид; 6- уголок; 7- подушка; 8- обрешетка; 9- доска под лежащий фалец; 10- кровельная сталь; 11- упор; 12- волнистый асбошифер; 13- решетка кровельного щита.

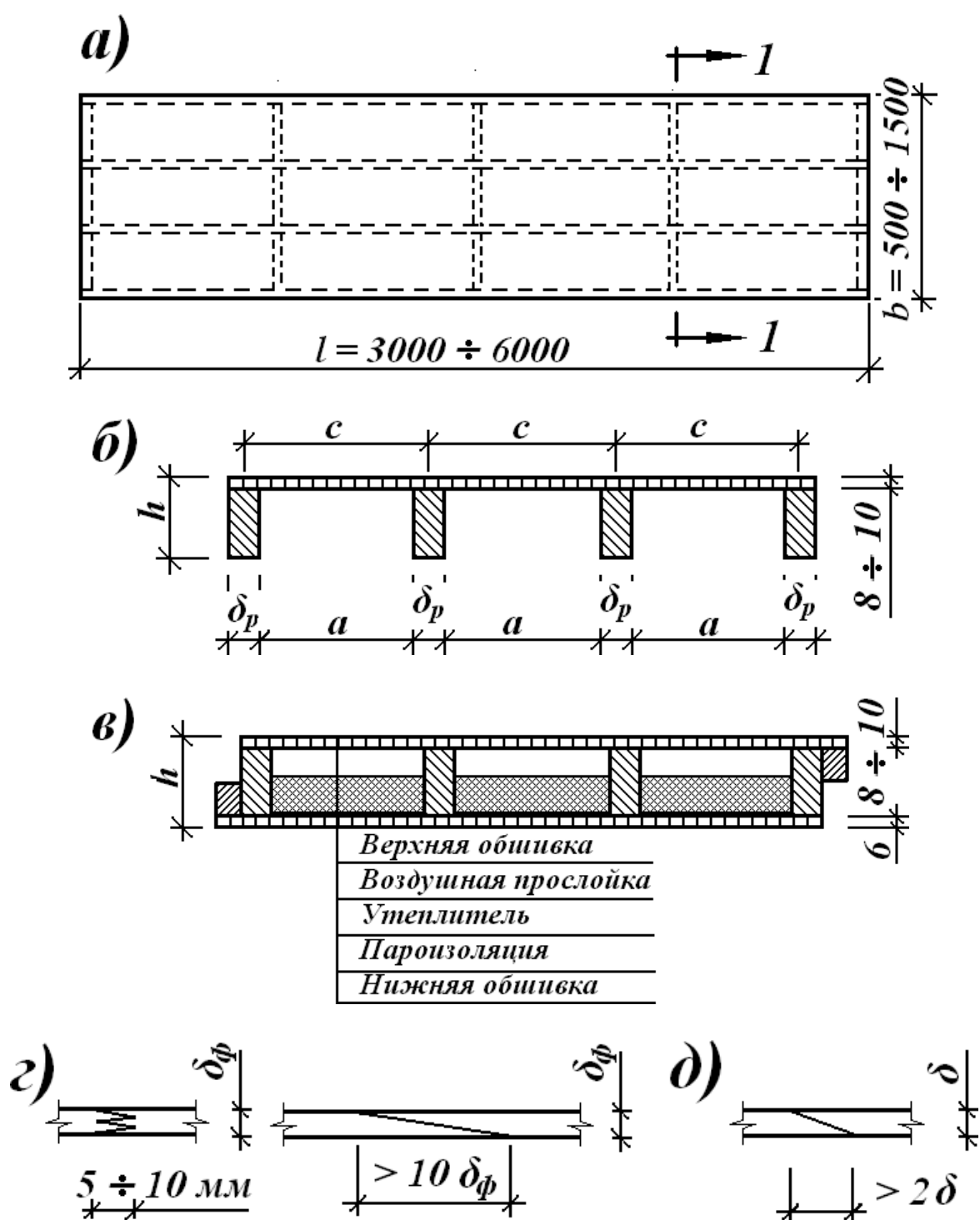


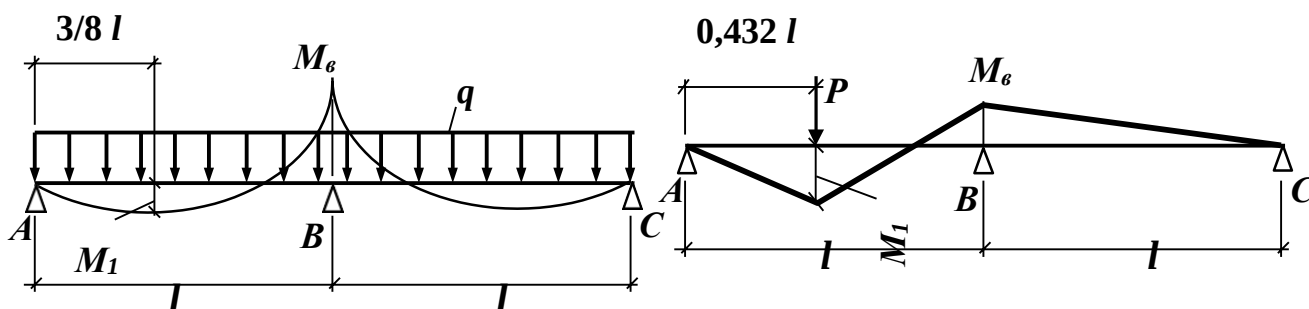
Рис.5.4. Конструкция клефанерных панелей:
а – план; **б, в** – разрезы холодной и утепленной панелей; **г** – стыки фанерных листов на "ус" и "зубчатый ус"; **д** – стык древесноволокнистых плит на "ус".

Настилы и обрешётку рассчитывают по двухпролётной схеме наследующие сочетания нагрузок (рис. 5.5):

- собственный вес и снег (расчёт на прочность и прогиб);
- собственный вес и сосредоточенный груз 100 кгс с умножением последнего на коэффициент перегрузки 1,2 (расчёт только на прочность);

При сплошном настиле или разреженном с расстоянием между осями досок или брусков не более 15 см сосредоточенный груз считается приложенным к двум доскам или брускам поровну. При двойном перекрёстном настиле или однослойном настиле с пришитым снизу в середине пролёта распределительным брусом сосредоточенный груз считается распределённым на ширину 0,5 м рабочего настила.

Расчётное сопротивление древесины изгибу при расчёте настила и обрешётки под кровлю из древесины 3-го сорта следует принимать равным 13 МПа (130 кгс/см²).



$$M_e = -0,125 \cdot q \cdot l^2; \quad M_1 = -0,0703 \cdot q \cdot l^2;$$

$$M_1 = 0,207 \cdot P \cdot l; \quad M_e = -0,089 \cdot P \cdot l;$$

$$f_{max} = \frac{2,13 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J};$$

$$f_{max} = 0,015 \cdot \frac{P \cdot l^3}{E \cdot J}$$

Рис. 5.5. Расчётная схема настилов и обрешетки

Прогоны. Они выполняются из досок на ребро, брусьев и круглых или окантованных брёвен и укладываются по верхним поясам несущих конструкций с шагом от 0,8 до 2,0 м. При укладке прогонов только в узлах ферм и длине панелей верхнего пояса более 2 м необходимо по прогонам укладывать скатные бруски — наслонные стропила из досок на ребро с шагом 0,8 до 1,2 м.

Прогоны могут устанавливаться по скату покрытия вертикально (см. рис. 5.3, б) или наклонно (см. рис. 5.3. а, в). Последнее решение является более простым и поэтому предпочтительным. При наклонном расположении прогоны из досок, брусьев и окантованных бревен будут

работать на кривой изгиб. Однако, как правило, скатную составляющую нагрузки удаётся передать на другие элементы покрытия (жёсткие в плоскости покрытия дощатые панели, наклонные стропила, скреплённые в коньке) и прогоны можно рассчитывать только на нормальную составляющую нагрузки. Следует иметь в виду, что в случае консольно-балочных или спаренных из двух досок неразрезных прогонов передача скатной составляющей на другие элементы покрытия является обязательной, потому что такие прогоны не могут воспринимать нагрузку, действующую в плоскости ската.

Конструкция и расчёт прогонов различных видов и наклонных стропил приведены в рекомендуемой литературе.

Прогоны, так же как и настилы, рассчитывают по прочности и жёсткости на нагрузку собственного веса покрытия, включая вес прогона, и снеговую нагрузку. Консольно-балочные и неразрезные прогоны рассчитывают при одновременном расположении временной равномерно распределённой нагрузки во всех пролётах.

Клеефанерные панели. Они состоят из дощатого каркаса и прикреплённых к нему фанерных обшивок (рис. 5.5). В утеплённых панелях между обшивками размещается тепло- и пароизоляция.

Материалами для клеефанерных панелей служат водостойкая строительная фанера марки ФСФ сорта В/ВВ или бакелизированная и пиломатериалы хвойных пород II - III сорта влажностью не более 10-12%. Для внутренней обшивки панелей в помещениях с относительной влажностью воздуха не выше 75% наряду с водостойкой можно использовать фанеру средней водостойкости марки ФК, а также твёрдые древесноволокнистые плиты. Стыки фанерных листов по длине осуществляются «на ус» или зубчатый шип, плит - «на ус». Склеивание листов в картины и обшивок с каркасом производят водостойким клеем.

При проектировании панелей предварительно уточняют их длину, пролёт и задаются размерами поперечного сечения панели и её элементов. Длину панели l принимают на 2 см меньше шага несущих конструкций покрытия, пролёт вычисляют по формуле

$$l_{np} = 0,99 l.$$

Высотой сечения панели h задаются из рекомендуемого соотношения

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{40} = \frac{1}{30}.$$

Сечение ребер можно принимать по сортаменту пиломатериалов, приведённому в табл. 5.4 настоящих Указаний, с учётом припусков на строгание кромок с фугованием по 5-6 мм на каждую кромку и по 2 мм настрожку каждой пласти доски - боковой поверхности рёбер.

Расчёт панелей производится на изгиб по прочности и жёсткости. При этом различие модулей упругости материалов, составляющих панель, учитывается вычислением приведённых геометрических характеристик сечения, неравномерное распределение напряжений по ширине обшивок - вычислением приведённой их ширины.

Указания по расчёту клеёфанерных панелей приведены в Своде правил [1], примеры проектирования содержатся в рекомендуемой литературе.

Наряду с клеёфанерными панелями в покрытии могут быть применены панели с обшивками из других материалов, а также трёхслойные панели со сплошным средним слоем из пенопласта или сотового и обшивками из алюминия, пластмасс, асбестоцемента, фанеры. Примеры конструкции и расчёта таких панелей имеются в рекомендуемой литературе.

4.3 Расчёт и конструирование основной несущей конструкции.

Статический расчёт. Он заключается в определении расчётных, т.е. максимальных усилий, которые могут возникнуть в элементах конструкции при самом неблагоприятном сочетании действующих на конструкцию нагрузок.

На основную несущую конструкцию покрытия 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. При этом в курсовом проекте ветровые нагрузки на покрытие не учитывают с целью упрощения расчётов и имея в виду, что чаще всего ветровая нагрузка, действующая на покрытие (отсос), уменьшает усилия, возникающие в элементах покрытия от вертикальных нагрузок. Эксплуатационные нагрузки учитывают, если они указаны в задании.

Сбор нагрузок начинают с определения их величин на 1 м² горизонтальной проекции покрытия.

а) нормативная постоянная нагрузка от веса покрытия

$$g^H = g_{кр}^x \cdot \frac{S}{L},$$

где $g_{кр}^x$ - вес 1 м² покрытия, кгс/м²;

S - длина оси верхнего пояса или поверхности несущей конструкции, м;

L - пролёт несущей конструкции, м.

б) расчётная снеговая нагрузка

$$S_p = S_0 \cdot c,$$

где S_0 - вес снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, принимаемый по Своду правил [3], кгс/м²;

c - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие с учётом очертания его поверхности, принимаемый в соответствии с указаниями Свода правил [3];

b) нормативная нагрузка от собственного веса несущей конструкции

$$g_{св} = \frac{g^H + S_p / 1,6}{\frac{1000}{k_{св} \cdot L} - 1}$$

где g^H , S_p - постоянная нормативная и снеговая расчётная нагрузки;

$k_{св}$ - коэффициент собственного веса несущей конструкции, принимаемый по таблицам в рекомендуемой литературе.

Расчётную постоянную нагрузку определяют путём умножения нормативной нагрузки на соответствующий коэффициент безопасности g_f . В соответствии с СП [3] величина g_f для постоянной нагрузки

принимается в соответствии с СП [3].

Сбор нагрузок на 1 м² горизонтальной проекции покрытия удобновести в таблицу следующей формы (табл. 5.1):

Таблица 5.1

Вид нагрузки	Единица измерения	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчётная нагрузка
Постоянная				
1. Нагрузка от веса крыши				
а)				
б)				
в)				
Итого:				
2. Собственный вес несущей конструкции				
ВСЕГО:				
Временная Снеговая нагрузка				

Затем определяют погонные и расчётные нагрузки отдельно постоянную и временную (снеговую) на 1 пог. м пролёта - путём умножения на шаг несущих конструкций (B) соответствующих значений

нагрузок на 1 м^2 горизонтальной проекции покрытия.

В сквозных решётчатых конструкциях, кроме того, определяют расчётную узловую нагрузку (постоянную и временную) умножением погонной нагрузки на горизонтальную проекцию панели верхнего пояса фермы. Для статического расчёта всю нагрузку условно считают приложенной в узлах верхнего пояса. Статический расчёт конструкции выполняют обычными методами строительной механики.

Усилия, полученные в элементах решётчатых конструкций, записывают в табл. 5.2, в сечениях сплошных распорных конструкций - в табл. 5.3.

Таблица 5.2

Элемент конструкции	Усилие от единичной узловой нагрузки $P = 1$			Усилие от узловой постоянной нагрузки по всему пролёту $G = \dots$ кгс	Усилие от узловой снеговой нагрузки $S = \dots$ кгс			Расчётные усилия, кгс	
	На половине пролёта		На всём протяжении пролёта		На половине пролёта		На всём протяжении пролёта	растяжение	сжатие
	слева	справа			слева	справа			
1									
2									

Таблица 5.3

Сечение	Усилия							
	Тип	От собственного веса	От снеговой равномерно распределенной нагрузки			От снеговой треугольной нагрузки		Расчетная
			слева	справа	На всем пролете	слева	справа	
1	<i>M</i>							
	<i>N</i>							
	<i>Q</i>							
2	<i>M</i>							
	<i>N</i>							
	<i>Q</i>							

Конструктивный расчёт. После статического расчёта приступают к конструктивному расчёту, заключающемуся в подборке сечений элементов, конструировании и расчёте узлов основной несущей конструкции покрытия.

Расчёт и конструирование фермы начинают с подбора сечения верхнего и нижнего поясов. При прогонном решении покрытия и расположении прогонов только в узлах фермы верхний пояс рассчитывают на устойчивость как центрально-сжатый элемент, принимая за расчётную длину расстояние между центрами узлов. В случае опирания конструкций покрытия на верхний пояс не только в узлах, но и между ними, в панелях пояса возникают изгибающие моменты и их рассчитывают на сжатие с изгибом.

с подбора сечения верхнего и нижнего поясов. При прогонном решении покрытия и расположении прогонов только в узлах фермы верхний пояс рассчитывают на устойчивость как центрально-сжатый элемент, принимая за расчётную длину расстояние между центрами узлов. В случае опирания конструкций покрытия на верхний пояс не только в узлах, но и между ними, в панелях пояса возникают изгибающие моменты и их рассчитывают на сжатие с изгибом.

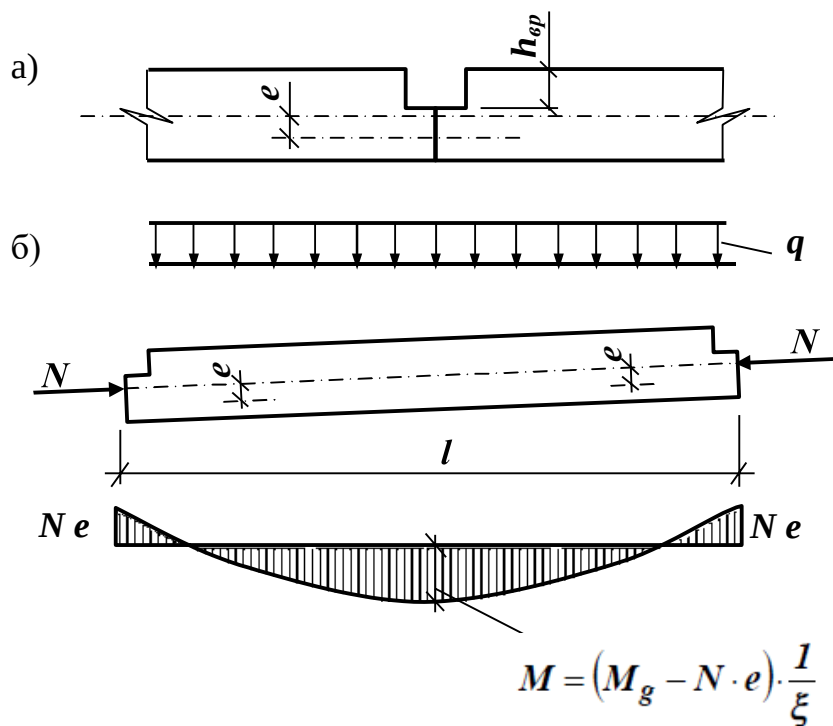


Рис. 5.6. Внецентренное стыкование в узлах (а)
и расчётная схема верхнего пояса (б)

С целью уменьшения расчётного изгибающего момента в верхнем

поясе создают момент обратного знака путём эксцентричного приложения нормальной силы. Для этого в узлах и стыках верхнего пояса упор элементов в узловые детали или друг в друга производится только нижней частью сечения (рис. 5.6, а).

Величина эксцентриситета e может быть различной. Оптимальную величину e , при которой расчётный момент будет наименьшим, можно определить из равенства

$$N \cdot e = (M_g - N \cdot e) \cdot \frac{l}{\xi}$$

где ξ - по формуле 30 [1].

Однако не следует применять слишком большие эксцентриситеты, превышающие 1/4 высоты сечения верхнего пояса.

В сегментных фермах, имеющих криволинейное очертание верхнего пояса, момент обратного знака от действия нормальной силы возникает за счёт выгиба панелей (рис. 5.7), поэтому прибегать к внецентренному решению узлов не требуется. Расчётный изгибающий момент определяют по формуле

$$\dot{M} = M_g - N \cdot f$$

Нижний пояс, как правило, рассчитывают на центральное растяжение с учётом ослаблений сечения в узлах и стыках.

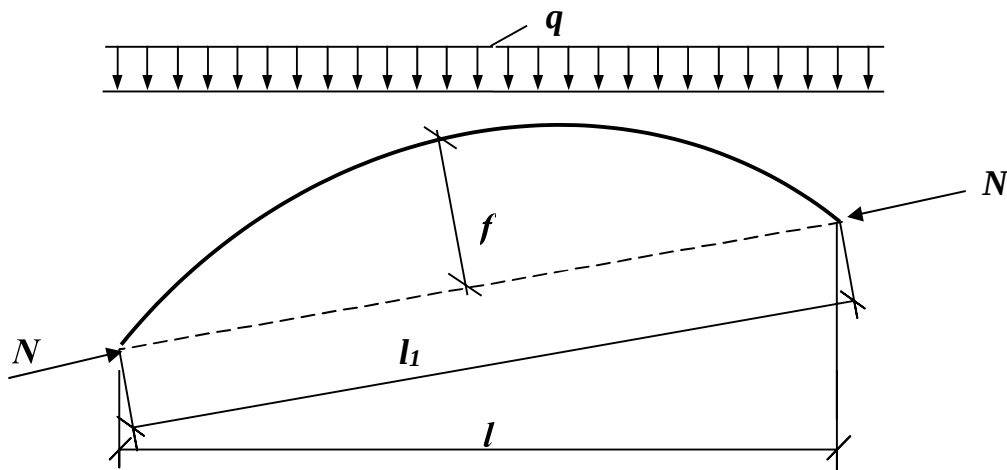


Рис. 5.7. Расчётная схема панели верхнего пояса сегментной фермы

В отдельных случаях, когда имеет место нецентрированное присоединение решётки в узлах, учитывают возникающие при этом изгибающие моменты.

Сечения верхнего и нижнего поясов подбирают по максимальным расчётным усилиям и принимают постоянными по всей длине фермы. Далее определяют расчётом сечения элементов решётки фермы, конструируют и рассчитывают опорные и промежуточные узлы несущей конструкции. Для подбора сечения элементов решётки каждого вида (подкосов, стоек) рассматривают наиболее напряжённый элемент и полученное сечение принимают также для всех остальных элементов. Конструирование узлов начинают с опорного с расчётом всех деталей узлов, участвующих в передаче усилий.

Кроме конструирования узлов, необходимо предусмотреть и рассчитать стыки элементов нижнего пояса и сконструировать стыки верхнего пояса по длине с учётом стандартной длины лесоматериалов и металлических частей.

При проектировании сплошных несущих конструкций (балок, арок, рам) подбирают их сечение по прочности и устойчивости с проверкой в необходимых случаях жёсткости (прогибов), а затем конструируют и рассчитывают узлы: опорные и коньковые. В рамах иногда предусматривается монтажный стык.

Фермы следует проектировать со строительным подъёмом не менее $1/200$ пролёта, осуществляемым путём выгиба по верхнему и нижнему поясам. Строительный подъём, равный $1/200$ пролёта, придаётся также балкам всех типов путём выгиба досок в процессе склеивания.

Компоновка сечений элементов несущих конструкций. Конструкции из цельной древесины с использованием пиломатериалов (брус, доски) komponуются без дополнительной обработки (строжки) сортиментов, поэтому номинальные размеры сечений пиломатериалов одновременно являются расчётными. При этом необходимо ориентироваться на установленный сортамент пиломатериалов по табл. 5.4.

В сквозных (стержневых) конструкциях для удобства конструирования узлов размеры сечения всех элементов (поясов, стоек, раскосов) в плоскости конструкции принимают одинаковыми.

Компоновка сечений клееных элементов деревянных несущих конструкций имеет свои особенности. Как известно, путём склеивания пиломатериалов, в том числе маломерных, можно получить элементы практически неограниченных размеров как по длине, так и по сечению. При этом наряду с прямолинейными, возможно изготовление элементов криволинейного очертания и использование наиболее выгодных в статическом отношении форм сечения - двутавровой, коробчатой и т.п. Однако ввиду усложнения технологии при изготовлении элементов указанной формы сечения, а также специфики прочностных свойств древесины, в частности низкой прочности при скалывании, основной формой сечения клееных элементов является прямоугольная, формируемая из пакета досок, склеенных по пластям водостойким клеем. При этом эффективное использование древесины достигается за счёт развития высоты сечения элементов, работающих на изгиб и сжатие с изгибом, и использования в средней

по высоте сечения зоне пиломатериалов пониженного качества. Для центрально-сжатых элементов используют преимущественно сечение квадратной формы, для центрально-растянутых - квадратной и прямоугольной.

Таблица 5.4

Толщина, мм	Ширина, мм						
	100	130	150	180	200	220	250
16	100	130	-	-	-	-	-
19	100	130	-	180	-	-	-
25	100	130	150	180	-	-	-
32	100	130	150	180	-	-	-
40	100	130	150	180	-	-	-
50	100	130	150	180	200	220	-
60	100	130	150	180	200	220	-
75	100	130	150	180	200	220	-
100	100	130	150	180	200	220	-
130	-	130	150	180	-	-	-
150	-	-	150	180	200	-	-
180	-	-	-	180	-	220	-
200	-	-	-	-	200	-	250
220	-	-	-	-	-	-	250
250	-	-	-	-	-	-	250

Примечание. Размеры пиломатериалов по длине установлены с градацией 0,25 м от 1 до 6,5 м.

Максимальная высота сечения h по отношению к ширине b может быть ограничена и принята равной шестикратной ширине сечения для изгибаемых и пятикратной - для сжато-изгибаемых элементов (рис. 5.8). Пользуясь установленным соотношением и выразив высоту сечения через ширину, можно определить последнюю из условия прочности элемента при воздействии расчётного изгибающего момента. Получив таким образом требуемую ширину, а следовательно, и высоту сечения элемента, рассматривают возможность компоновки сечения необходимых размеров, используя указанный в табл. 5.4 сортament пиломатериалов. При этом следует иметь в виду, что для упрощения

изготовления склеиваемый блок по ширине должен состоять, как правило, из одной доски. В отдельных случаях при больших усилиях ширина сечения элемента может выходить за пределы рекомендуемого сортамента пиломатериалов. Тогда сечение по ширине комплектуют из двух, а иногда и более досок, имеющих разную ширину; ширина досок в слоях выбирается с таким расчётом, чтобы обеспечить требуемую общую ширину сечения и расположение стыков в смежных слоях вразбежку с уступом не менее толщины слоя δ (рис. 5.8).

При компоновке и уточнении проектных размеров сечения по ширине и высоте клееных элементов необходимо учитывать припуски на фрезерование пластей досок (слоёв), боковых поверхностей блоков после склеивания, а в сечениях, комплектуемых по ширине их двух и более досок, кроме того, припуски на фрезерование кромок досок перед склеиванием.

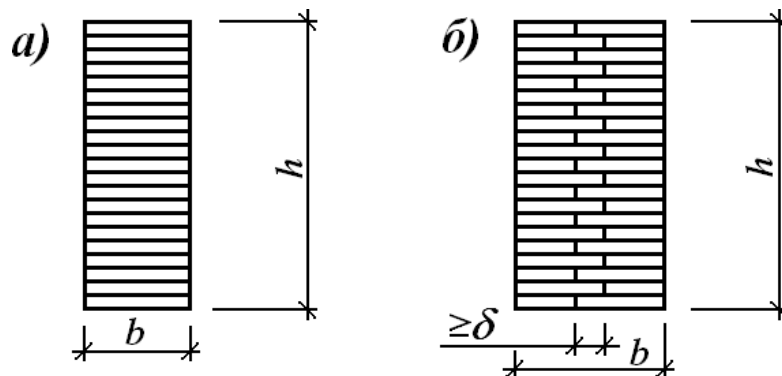


Рис. 5.8. Сечение многослойного пакета, формируемого по ширине из одной (а) и двух (б) досок.

Слои многослойных клееных элементов перед склеиванием по пласти фрезеруется с двух сторон без предварительного фугования по 1 группе припусков (ГОСТ 7307-75), величина которых указана в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Номинальная толщина заготовок, мм	Припуск при номинальной ширине заготовок, мм		
	55 - 95	95 - 195	свыше 195
До 30	4	4,5	5
Свыше 30	5	5,5	6

Толщина пиломатериалов должна приниматься с таким расчётом, чтобы толщина склеиваемых слоёв в элементах, как правило, не превышала 33 мм. В криволинейных элементах, кроме того, толщина слоёв не должна превышать 1/150 радиуса кривизны. В прямолинейных

элементах допускается толщина слоёв до 42 мм при условии устройства в них продольных прорезей. Высота сечения клееного пакета всегда будет кратна толщине слоёв, равной толщине пиломатериалов за вычетом припуска на фрезерование пластей.

Ширина пиломатериалов должна быть согласована с номинальной шириной клееного элемента с учётом суммарной величины припусков на фрезерование кромок заготовок (если слои по ширине склеиваются из двух и более досок) и обработку слоёв по ширине.

Припуски на фрезерование кромок заготовок перед склеиванием можно принимать в размере 4 мм на одну и 8 мм на две кромки.

Обработка слоёв по ширине производится после склеивания их в многослойный пакет в пределах допусков на фрезерование с фугованием с двух сторон:

Ширина пакета, мм	Припуск, мм
до 100	10
110 - 180	15
200 - 250	20

4.4 Расчёт и конструирование основной стойки каркаса

Статический расчёт. Для определения расчётных усилий в стойке продольного фахверка рассматривают двухшарнирную раму, являющуюся основной несущей конструкцией здания, под воздействием вертикальных и горизонтальных (ветровых) нагрузок (рис. 5.9). За лишнюю неизвестную принимают реакцию ригеля - продольное усилие X в ригеле на уровне верха стойки, которое определяют по формуле

$$X = X_1 + X_2$$

$$\text{где } X_1 = \frac{3}{16} \cdot H \cdot (q_1 - q_2) \text{ и } X_2 = \frac{W_1 - W_2}{2}$$

Здесь q_1 и q_2 - равномерно распределённая расчётная ветровая нагрузка (активное давление q_1 и отсос q_2); W_1 и W_2 - сосредоточенные ветровые нагрузки на уровне верха стойки, равные соответственно $q_1 h$ и $q_2 h$.

В случае использования в качестве несущей конструкции покрытия треугольных, многоугольных и сегментных ферм, арок и сводов $h = 0$ и, следовательно, $W_1 = W_2 = 0$.

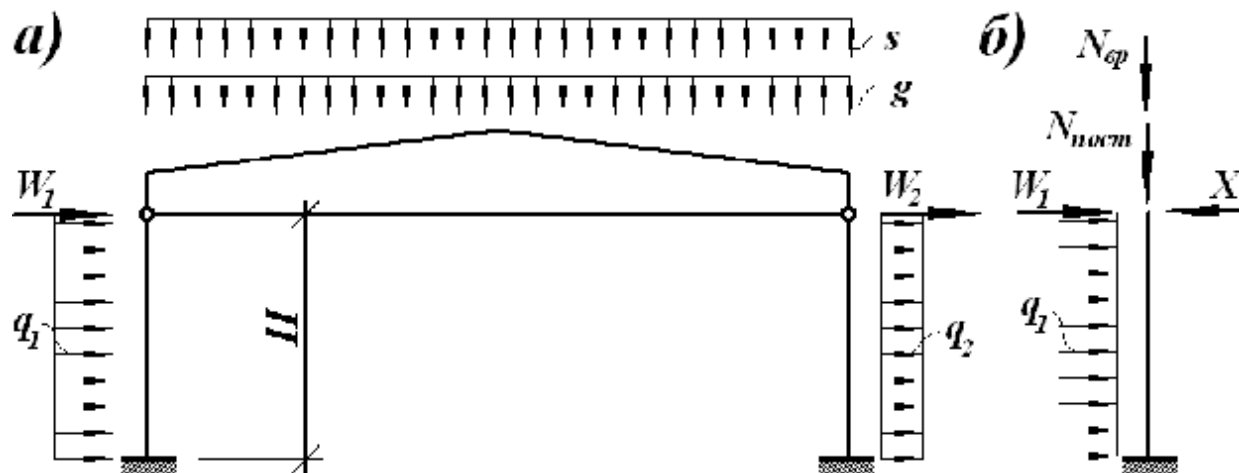


Рис. 5.9. Расчётная схема рамы (а) и стойки (б).

При расчёте стойки ее собственным весом, ввиду малости, можно пренебречь. Нагрузка от стенового ограждения, обычно опираемого на рандбалку, передаётся непосредственно на фундаменты. В этом случае расчётные усилия будут равны:

изгибающий момент в основании стойки

$$M = \frac{q_1 \cdot H^2}{2} + H \cdot (W_1 - X);$$

продольное усилие

$$N = N_{ост} + N_{ср},$$

где $N_{ост}$ - опорная реакция ригеля от веса покрытия; $N_{ср}$ - опорная реакция ригеля от снеговой нагрузки.

Конструкция и расчёт стоек. Наиболее широко применяются плоские стойки. Они могут быть решётчатыми и сплошными - чаще сплошными. Сплошные стойки могут быть из двух брёвен или брусьев на колодках, клееные - из досок.

Высота стоек H на колодках лимитируется максимальной длиной сортиментов: не более 6,5 м для бруса и 7,5 м - для бревен. Высота клефанерных и клеодошчатых стоек практически не лимитируется.

При проектировании стойки с целью упрощения её закрепления в фундаменте высоту сечения h принимают равной $(1/12 \text{ } 1/14) H$ и задаются шириной сечения b в пределах $(1/2 \text{ } 1/5) h$ с учётом размеров рекомендуемого сортамента пиломатериалов (табл. 5.4).

Затем производят проверку прочности стойки по крайевым нормальным напряжениям в плоскости рамы по формуле расчёта сжато- изгибаемых элементов. При этом расчётная длина стойки для определения коэффициента φ принимается равной двойной высоте ($l_0=2H$).

В стойках на колодках учитывается податливость связей введением коэффициента приведения гибкости $\mu = 1,2$. Определяют число колодок, равномерно расставленных по длине стойки.

В клеодошчатых стойках проверяют прочность на скалывание по клеевым швам.

Из плоскости рамы проверяют устойчивость стойки при центральном сжатии: расчётная длина стойки принимается равной её фактической высоте. Если между стойками по длине здания имеются связи, например, продольные ригели, то расчётная длина принимается равной расстоянию между связями.

Конструкция и расчёт закрепления стоек в фундаментах. Прикрепление стоек к фундаменту обычно производится при помощи металлических анкеров (рис. 5.11). Усилия от анкеров передаются на накладки и связи, соединяющие накладки со стойками. В качестве связей могут использоваться клеевые соединения или нагели. Учитывая хрупкий характер работы древесины на скалывание, предпочтительно использование нагельного соединения, отличающегося высокой степенью надёжности.

Расчётное усилие в анкерных болтах N_b определяют при наименее выгоднейшем нагружении - при максимальной ветровой нагрузке и минимальной вертикальной нагрузке, которая уменьшает растягивающее усилие в анкерах.

По величине N_b - определяют диаметр анкерных болтов и число односрезных болтов (несимметричное соединение) или глухарей для прикрепления накладок к стойке.

По растягивающему усилию N_b определяют диаметр анкерных болтов и число двухсрезных болтов, прикрепляющих накладки к стенке.

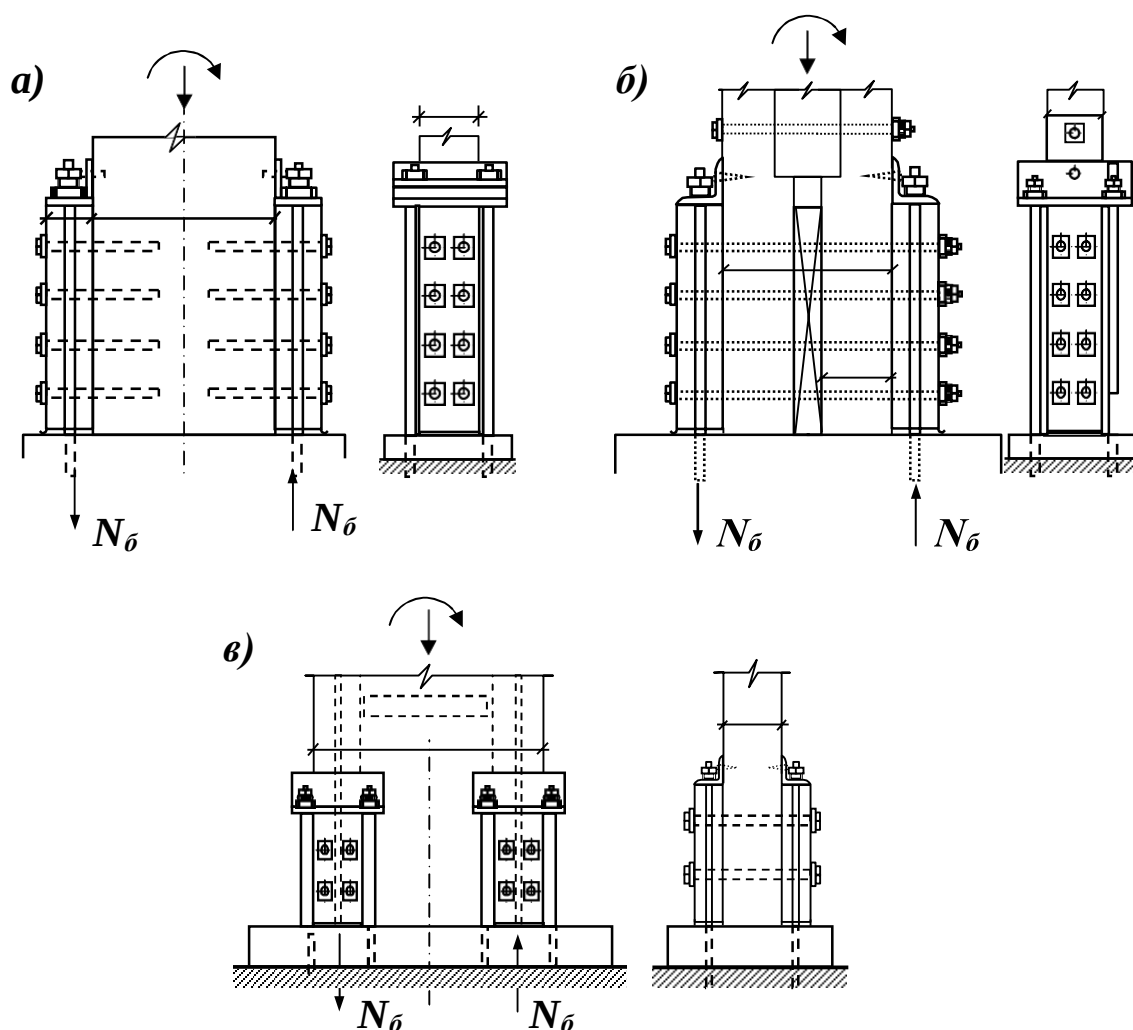


Рис. 5.11. Конструкции закрепления стоек в фундаментах:
 а) – клеешоватая; б) – на колодках; в) – клефанерной

Если в качестве основной несущей конструкции здания используются трехшарнирные рамы или арки, опирающиеся непосредственно на фундаменты, производят расчёт и конструирование стойки торцевого фахверка (имеющей наибольшую высоту). Нафундаменты стойки могут опираться шарнирно или с защемлением. В первом случае при передаче нагрузки от стенового ограждения непосредственно фундаментам, стойки рассчитывают как балку на двух опорах под воздействием ветровой нагрузки; во втором случае - как балку с одним заделанным концом и другими опирающимися шарнирно. Конструкция узла примыкания стойки к покрытию должна обеспечивать восприятие ветрового отсоса и не препятствовать свободному перемещению конструкции покрытия в вертикальной плоскости (прогибу) при изменении нагрузки на него.

4.5 Обеспечение пространственной жесткости конструкций.

Рассмотренные конструкции запроектированы в условиях воздействия внешних нагрузок, действующих в их плоскости. Однако в действительности, учитывая нагрузки, действующие вне плоскости указанных конструкций, пространственная неизменяемость и жесткость их не может быть обеспечена без необходимых дополнительных мероприятий.

Эти мероприятия в зависимости от типа здания делятся на две группы: первая группа — для зданий с деревянными покрытиями и каменными стенами или других подобных материалов;

вторая группа – для открытых, отдельно стоящих зданий каркасной системы, выполненных полностью в дереве или комбинированной.

Мероприятия для первой группы зданий сводятся к прочному соединению прогонов с верхними поясами основных несущих конструкций и прочной анкеровке торцов прогонов в торцовых стенах с креплением к ним обрешетки или настила. При большой протяженности здания и недостаточной надежности торцовых стен через каждые 20÷25 м скреплять фермы попарно по верхнему сжатому поясу горизонтальными и вертикальными крестовыми связями (рис.5.12).

Более сложно создание пространственной неизменяемости и жесткости зданий второй группы. В таких отдельно стоящих зданиях каркасной системы или павильонного типа требуется установка указанных выше горизонтальных раскосных или крестовых связей для каждой пары основных несущих конструкций, расположенных возле обоих торцов здания и в промежутке между ними через каждые 20÷25 м. При большой высоте торцовых стен рекомендуется, кроме устройства указанных связей в плоскости скатов крыши, установка их в плоскости нижних поясов ферм покрытия в виде системы с параллельными поясами и решеткой. Продольные стены каркасных зданий должны иметь в своем составе по всей высоте до карниза здания прогоны с установкой между ними раскосов вертикальных связей по колоннам (рис.5.13) около торцовых стен и через каждые 20÷25 м.

Для восприятия ветровой нагрузки на торцевые стены по торцам устанавливаются фахверковые стойки, опертые нижними концами на фундаменты, а верхними на узлы горизонтальных связевых ферм покрытия.

Примеры схем и узлов крепления вертикальных связей каркасных зданий приведены на рис.5.12 и рис.5.13.

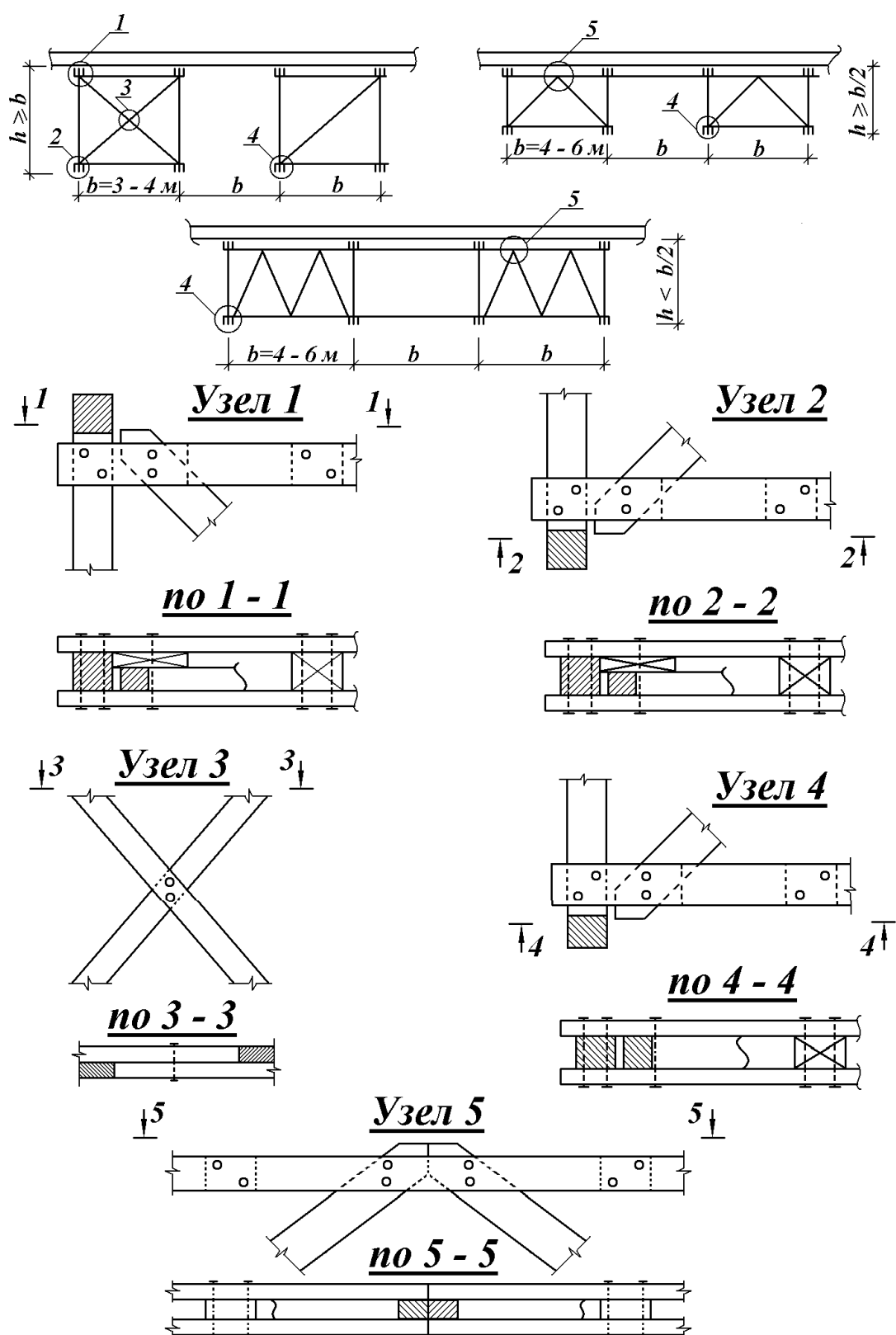


Рис.5.12. Схемы и узлы вертикальных связей между фермами.

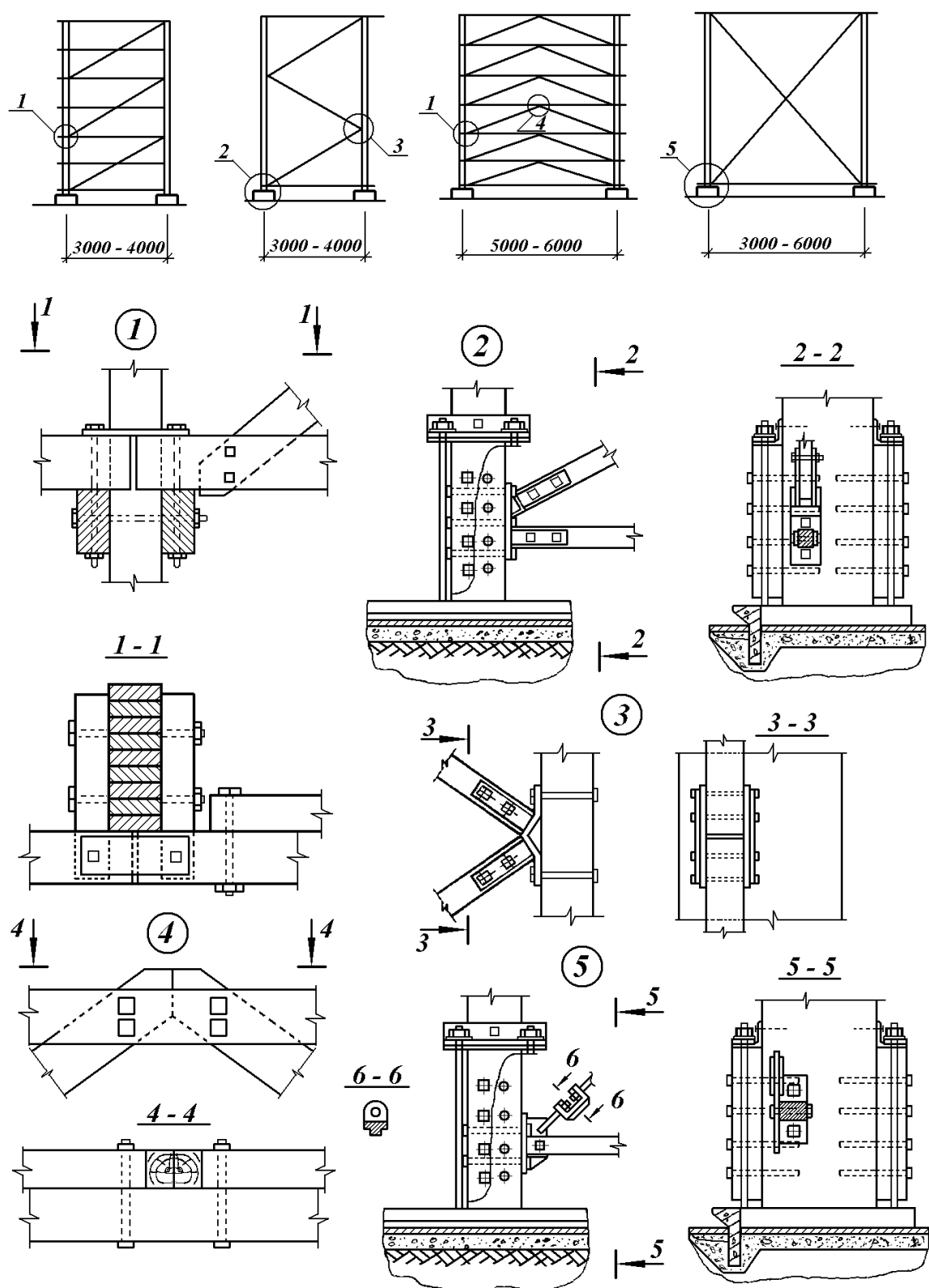


Рис.5.13. Схемы и узлы вертикальных связей между колоннами.

4.6 Защита от загнивания.

Защитная обработка и конструктивные меры защиты древесины должны предусматривать сохранность конструкций при транспортировании, хранении и монтаже, а также увеличить их долговечность в процессе эксплуатации.

Конструктивные меры должны обеспечивать предохранение древесины от непосредственного увлажнения атмосферными осадками, грунтовыми и талыми водами, промерзания, капиллярного и конденсационного увлажнения.

Деревянные конструкции должны быть открытыми, хорошо проветриваемыми, по возможности доступными для осмотра и возобновления защитной обработки. Опорные части несущих элементов должны быть не только антисептированы, но и защищены тепло- и водоизоляционными материалами. Если покрытие плоское и деревянные элементы находятся внутри него, должно быть обеспечено проветривание между теплоизоляцией и верхним настилом. Целесообразно применять открытые несущие конструкции.

В отапливаемых зданиях и сооружениях несущие конструкции (балки, рамы, арки, фермы и др.) следует располагать так, чтобы они целиком находились либо в пределах отапливаемого помещения, либо вне него.

При эксплуатации несущих конструкций в условиях, где возможно выпадение конденсата на металлических поверхностях, следует принимать меры по предохранению древесины от увлажнения в местах контакта с металлом. Для этой цели до постановки металлических деталей на место поверхности, контактирующие с древесиной, рекомендуется промазывать мастикой («Изол», «Вента», «Лило», Гиссар-1 (ТУ 21-27-89-90), тиоколовой и др.) таким образом, чтобы при постановке на место делали плотно прилагали к древесине, а мастика, выдавливаясь, хорошо заполняла зазоры между металлами, древесиной, при постановке крепежных деталей (уголков, болтов, и т.п.) вместо мастик можно использовать прокладки из рулонных гидроизоляционных материалов (изола, стеклорубероида, гидроизола и др.), эластичные прокладки и уплотнительные ленты.

Для защиты несущих и ограждающих конструкций от увлажнения должны применяться лакокрасочные материалы, тиоколовые мастики и составы на основе эпоксидных смол.

а) Лакокрасочные материалы

- I. Перхлорвиниловые эмали представляют собой растворы перхлорвиниловой смолы в смеси летучих органических растворителей с добавлением других смол, пластификаторов и пигментов.

Эмали: ХВ-110, ХВ-124, ХВ-1100, ХВ-5159, лак - ХВ-784.

Благодаря устойчивости к постоянному воздействию атмосферных факторов покрытия ХВ-110, ХВ-124 и ХВ-1100 рекомендуются для защиты конструкций на открытом воздухе и под навесом.

2. Пентафталевые эмали (ПФ-115, ПФ-133, лак ПФ-170, ПФ-171) могут применяться для защиты деревянных конструкций на открытом воздухе и под навесом, а также в помещении как декоративно-отделочные и влагозащитные.
3. Уретановые и уретаново-алкидные (эмаль УР-49, лак УР-294, эмаль УРФ-1128 уретаново-алкидная) - для защиты конструкций, эксплуатируемых как под навесом, так и на открытом воздухе.
4. Масляно-смоляные лаки (ГФ-166, ПФ-283) - для защиты конструкций под навесом и на открытом воздухе.
- II. Тиоколовые мастики (марок У-30, У032) - рекомендуется для защиты торцов деревянных конструкций.
- III. Составы на основе эпоксидных смол применяются для защиты торцов несущих деревянных конструкций (на основе смолы К-153или 115, на основе шпатлевки ЭН-0010).

Химическая защита древесины необходима в тех случаях, когда её увлажнение в процессе эксплуатации неизбежно, или когда используемая древесина имеет влажность более 20% (но не более 25%).

Химическая защита заключается в пропитке их ядовитыми для грибов веществами - антисептиками. Они разделяются на две группы: водорастворимые (неорганические) и маслянистые (органические).

Водорастворимые: Фтористый натрий, кремнефтористый натрий, атакже КФ А, ТФБА, ББ-32, ХМБ-444, МБ-1, ХМ-3324. Маслянистые: каменноугольные, сланцевые масла, древесный деготь и т.д.

Примерная тактика защитной обработки конструкций приведена в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Условия эксплуатации по [1]	Обрабатываемая поверхность	Способ обработки	Защитные составы
А2, А3, Б3	Поверхность несущих элементов	Нанесение влагозащитного лакокрасочного	Пентафтелевая эмаль ПФ-115. Алкидно-карбамидная эмаль МИ-181, Уретаново-алкидная эмаль УРФ №1128
	Места соприкосновения несущих деревянных элементов с бетоном, камнем, металлом	Нанесение тиоколовых мастик или герметиков с последующей гидроизоляцией рулонным материалом	Тиоколовая мастика АМ-05; тиоколовые герметики У-30М, УТ-32
	Деревянные прокладки и другие несущие элементы, соприкасающиеся с бетоном, камнем, металлом	Пропитка в холодных ваннах с предварительным нагреванием и последующей гидроизоляцией рулонным материалом, допускается нанесение паст с последующей гидроизоляцией рулонным материалом	Фтористый натрий технический. Паста марки 200
А2, А3, Б3	Поверхность дощатой или фанерной обшивки панелей стен, покрытий и подвесного потолка внутри помещений	Нанесение влагозащитного лакокрасочного покрытия	Пентафталевая эмаль ПФ-115, алкидно-карбимидная эмаль МИ-181, уретаново-алкидная эмаль УРФ-1128

А3, Б3	Наружная поверхность дощатой или фанерной обшивки панелей стен, подвергающаяся атмосферному воздействию	То же	Пентафталевая эмаль ПФ-115, перхлорвиниловая эмаль ХВ-5169, поливинилхлоридная эмаль ХВ-110, ХВ-1100, ХВ-124, УРФ-1128
А2, А3, Б3	Внутренняя поверхность дощатой или фанерной обшивки стен, покрытий и подвесного потолка, а также наружная поверхность дощатой или фанерной обшивки панелей под рулонным ковром.	Поверхностная обработка	Тетрафторсорбат аммония, состав ДСК-II с кремний-фтористым аммонием ХБМ-444

4.7 Защита от возгорания

При проектировании предпочтительнее выбирать конструкции прямоугольного массивного сечения, поскольку они имеют относительно малую поверхность, смываемую воздухом.

При использовании ферм и арок с металлическими нижними поясами и затяжками рекомендуется устраивать подвесной потолок или экран из негорючих или трудногорючих материалов.

Плиты покрытий следует опирать непосредственно на несущие конструкции без использования прогонов. Ограждающие конструкции, особенно плиты покрытий, в пожарном отношении более опасны, чем несущие конструкции, и требуют особого внимания к вопросам защиты от возгорания. Для повышения огнестойкости ограждающих конструкций рекомендуется использовать обшивки и утеплители из негорючих или трудногорючих материалов, а сами плиты с гладким потолком.

Для защиты конструкций от возгорания рекомендуется применить пропиточные и окрасочные составы.

Для глубокой пропитки древесины рекомендуются водорастворимые огнезащитные составы МС 1:1, МС 3:7, ББ-11, МБ-1. Для поверхностной огнезащитной пропитки рекомендуются составы МС и ПП. Обработанная указанными составами древесина относится к

группе трудновоспламеняемых материалов.

В качестве огнезащитных покрытий для защиты древесины от возгорания рекомендуются покрытия на основе перхлорвиниловой эмали ХВ-5169, фосфатное ОФП-9, вспучивающееся ВПД.

4.8 Защита деревянных конструкций при транспортировке, складировании и хранении

При транспортировке конструкций рекомендуется укрывать их водонепроницаемой бумагой или полиэтиленовой пленкой, можно применять и гидроизоляционные материалы (пакеты конструкций). Наплиты покрытий под рулонную кровлю рекомендуется прямо на заводе-изготовителе наклеивать первый слой рулонного ковра.

Конструкции, как несущие, так и ограждающие, рекомендуется хранить на базовых складах в закрытых помещениях или под навесом, на перегрузочных и приобъектных складах под навесом или на открытых площадках.

5. ЛИТЕРАТУРА

1. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции.
2. СП 16.13330.2019 Стальные конструкции.
3. СП 20.13330.2018 Нагрузки и воздействия.
4. Пособие по проектированию деревянных конструкций (с СП 64.13330.2017)
5. Руководство по изготовлению и контролю качества деревянных клееных конструкций/ ЦНИИСК им. Кучеренко - М., 2021 - 79 с.
6. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчёта и конструирования. Под ред. В.А. Иванова. Киев, 2021 - 504 с.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник под редакцией Г.Г. Карлсона и Ю.В. Слищкоухова. М.: Стройиздат, 2020 - 543 с.
8. Зубарев Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Высшая школа, 2019, 287 с.
9. Индустриальные деревянные конструкции. Примеры проектирования: Учебное пособие для ВУЗов. /Ю.В. Слищкоухов, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко и др.: Под ред. Ю.В. Слищкоухова. - М.: Стройиздат. 2019- 256 с.
10. Проектирование и расчёт деревянных конструкций: Справочник/ И.М. Гринь и др. - Киев: Будивельник, 2019 - 240 с.
11. Улицкая Э.М., Бойжемиров Ф.А., Головина В.М. Расчёт конструкций из дерева и пластмасс. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие для строительных ВУЗов. М.: Высшая школа, 2021 - 159 с.
12. Иванов В.Ф. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Изд-во лит. по строительству, 2019 - 352 с.
13. Шишкин В.Е. Примеры расчёта конструкций из дерева и пластмасс. М., 2018. - 219 с.
14. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения. М., 2018 — 144 с.
15. Г.Н. Зубарев, Ф.А. Байтемиров, В.М. Головина, В.И. Ковликов, Э.М. Улицкая. Конструкции из дерева и пластмасс. М., Строительство, 2021 — 304 с.
16. Руководство по проектированию клееных деревянных конструкций., М.: Стройиздат, 2021 - 250 с.
17. Галимшин Р.А. Примеры расчета и проектирования конструкций из дерева и пластмасс. Учебное пособие. КГАСА, 2021 - 98 с.
18. Кироев Ю.И. Строительное черчение и рисование. М.: Высшая школа, 2020 - 165 с.