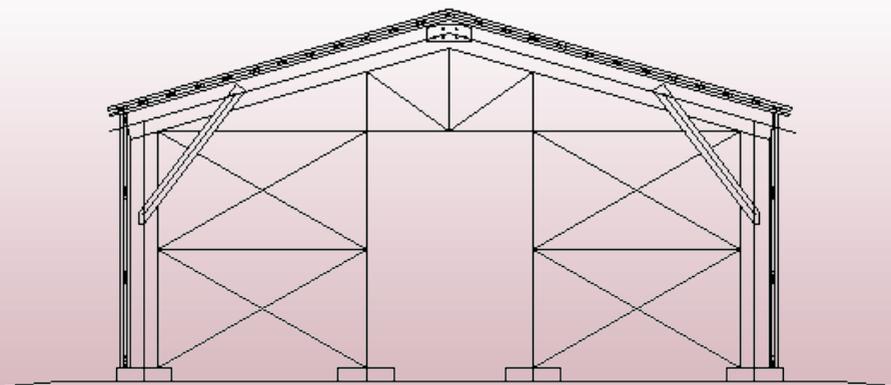


Министерство образования и науки Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Электронное учебно-методическое пособие



© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский
государственный университет», 2014

ISBN 978-5-8259-0831-1

УДК 631.6(075.8)

ББК 38.75я73

Рецензенты:

нач. бюро сопровождения проектов проектного управления

ОАО «АВТОВАЗ» *А.В. Казаринов*;

канд. техн. наук, доцент Тольяттинского государственного
университета *В.И. Булгаков*.

Проектирование и расчет несущих конструкций сельскохозяйственных сооружений : электронное учеб.-метод. пособие / сост. Л.В. Ахмедьянова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 1 оптический диск.

В пособии даны указания по выполнению курсовой работы. Приведены необходимые теоретические и практические сведения для проектирования несущих и ограждающих конструкций. Приведены примеры оформления пояснительной записки и чертежей.

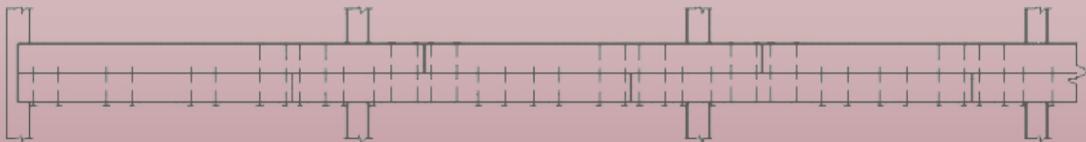
Предназначено для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Промышленное и гражданское строительство».

Текстовое электронное издание

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; Adobe Acrobat Reader.

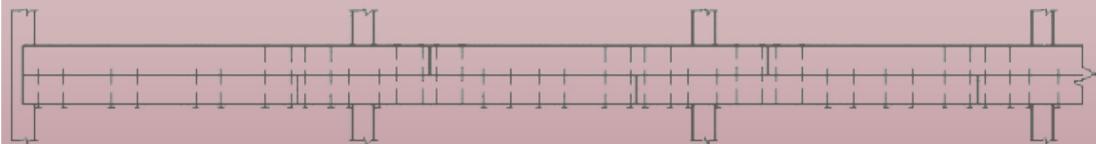
© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский
государственный университет», 2014



Редактор *О.И. Елисеева*
Технический редактор *З.М. Малявина*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *Г.В. Карасева*

Дата подписания к использованию 17.11.2014.
Объем издания 2 Мб.
Комплектация издания: компакт-диск, первичная упаковка.
Заказ № 1-40-13.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
тел. 8(8482) 53-91-47, www.tltsu.ru



Содержание

Общие положения по выполнению курсовой работы.....	5
Основные элементы каркасного деревянного здания	7
Разработка технического проекта.....	8
Проектирование и расчет элементов покрытия.....	10
Пример оформления пояснительной записки	16
Введение	16
Исходные данные	16
Расчетно-конструктивный раздел	17
Заключение	38
Библиографический список	39
Приложение	40

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» выполняется на тему «Сельскохозяйственное сооружение». Содержанием курсовой работы является разработка ограждающих и несущих конструкций однопролетного здания или сооружения с использованием легких материалов: древесины, водостойкой фанеры и пластмасс.

Курсовой проект выполняется студентами по индивидуальному заданию, которое может быть выдано и на проработку варианта деревянных конструкций по теме дипломного проекта в соответствии с требованиями СНиП II-25–80 «Деревянные конструкции» по расчету на прочность и устойчивость внецентренно-сжатых, внецентренно-растянутых и составных деревянных конструкций и расчету соединений элементов конструкций.

Выполнение курсовой работы состоит из трёх основных этапов:

- 1) эскизно-техническая проработка проекта;
- 2) конструирование и расчет основных несущих конструкций;
- 3) оформление курсовой работы.

Материал излагается в пояснительной записке объемом не более 20 страниц и на одном листе графики (А1).

Пояснительная записка выполняется чернилами или на компьютере на листах формата А4, оформленных рамкой и штампом.

При оформлении текста на компьютере использовать шрифт размером 14 пт, формулы набирать с использованием редактора формул.

Рекомендуется следующая последовательность выполнения пояснительной записки:

Введение.

Исходные данные к заданию:

- 1) размеры здания и несущих конструкций;
- 2) значения постоянной и временной нагрузок;
- 3) порода древесины;
- 4) условия работы сооружения.

Расчетно-конструктивный раздел

1. Компоновка конструктивной схемы сооружения:

- 1) выбор конструкции покрытия;
- 2) план несущих конструкций со связями;
- 3) продольная компоновка каркаса;
- 4) компоновка поперечных рам и геометрический расчет их элементов.

2. Расчет элементов покрытия.

3. Статический расчет несущих конструкций:

- 1) определение постоянных и временных нагрузок, действующих на основные несущие конструкции;
- 2) определение внутренних усилий в характерных точках несущей конструкции;
- 3) построение эпюр продольных сил и изгибающих моментов.

4. Конструктивный расчет несущих конструкций:

- 1) подбор сечения и определение основных геометрических характеристик сечения;
- 2) выбор коэффициентов условий работы, определение расчетных характеристик материалов;
- 3) проверка прочности и устойчивости элементов несущей рамы;
- 4) конструирование и расчет основных узлов несущих конструкций.

Заключение.

Список литературы.

Графический материал оформляется карандашом или на компьютере на одном листе чертежной бумаги формата А1.

Содержание графической части

1. Поперечный разрез сооружения.
2. Схема расположения элементов конструкций в плане.
3. Продольный разрез со связями (М 1:200 – 1:400).
4. Спецификация к схеме расположения элементов конструкций (прил., табл. 1).
5. Общий вид основной несущей конструкции с детализацией (М 1:20 – 1:50).
6. Сечения, детали, узлы в двух проекциях (М 1:10 – 1:20).

7. Конструкция ограждающих покрытий.
8. Спецификация материалов на все элементы несущей конструкции, отдельно для древесины и металла (прил., табл. 2, 3).
9. Примечание: указать породу древесины, её допустимую влажность, технологию сборки несущей конструкции, характер обработки древесины (острожка, окраска, антисептирование и т. п.).

Основные элементы каркасного деревянного здания

Каркасное деревянное здание представляет собой сложную пространственную конструкцию. Элементы этой конструкции, их размещение в здании и соединение между собой должны обеспечивать надежное восприятие внешних сил любого направления в соответствии с условиями эксплуатации. При этом необходимо так компоновать каркас, чтобы усилия различных направлений, в том числе и от горизонтальных нагрузок, перетекали с элемента на элемент и были кратчайшим путем доведены до фундамента.

При проектировании каркаса общая пространственная конструкция обычно раскладывается на следующие плоские элементы:

- 1) основные несущие конструкции – в данном случае рамы;
- 2) ограждающие конструкции покрытия – панели или щиты из досок и прогонов;
- 3) панельное или щитовое стеновое ограждение, прикрепляемое или непосредственно к несущим конструкциям каркаса, или к горизонтальным деревянным обвязкам и второстепенным стойкам, расположенным в плоскости обвязок. Система этих элементов раскрепляет рамы в плоскости стен;
- 4) торцовые стойки, которые воспринимают и передают на фундамент и горизонтальные связи ветровую нагрузку, действующую на торцовую стену, обеспечивая ее жесткость;
- 5) скатные и вертикальные связи в покрытии, а также по продольным и торцовым стенам, обеспечивающие общую устойчивость здания.

Разработка технического проекта

Разработка конструктивной схемы должна сопровождаться вычерчиванием схематических планов и разрезов здания с размещением всех конструктивных элементов каркаса и схем связей (рис. 1).

В техническом проекте студент должен выбрать схему и установить основные геометрические размеры элементов несущих конструкций, разместить конструкции в плане, на продольном и поперечном разрезах показать конструктивные элементы, обеспечивающие пространственную устойчивость конструкций.

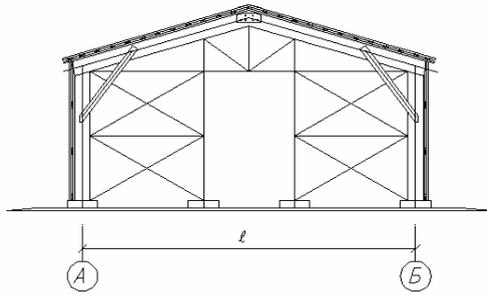
Назначение связей – создание жесткости каркаса, обеспечение устойчивости элементов конструкций, восприятие ветровых усилий, создание условий пространственной работы каркаса, обеспечение необходимых условий монтажа элементов здания.

Для обеспечения устойчивости применяют скатные связи, располагаемые в плоскости ригелей рам, и вертикальные связи, располагаемые по торцам зданий, а в некоторых случаях – в плоскости сжатых стоек.

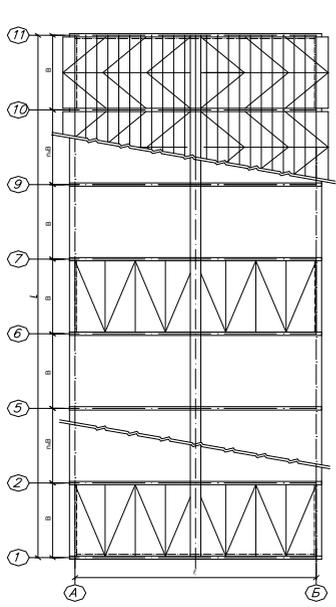
Связи в плоскости крыши представляют собой решетчатую ферму, поясами которой являются ригели рам, а решеткой – раскосы и распорки между двумя соседними несущими конструкциями.

Вертикальные связи между стойками рам в плоскости продольных стен предназначены для восприятия ветра на торец здания и обеспечения жесткости каркаса здания в продольном направлении, а также раскрепления стоек от потери устойчивости плоской формы деформирования рамы.

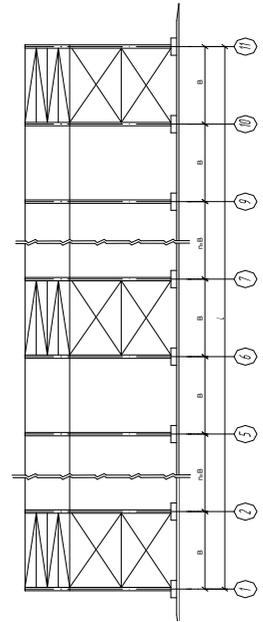
Связи между стойками выполняются в виде раскосных или крестовых вертикальных ферм. Горизонтальными элементами этих ферм являются брусчатые обвязки, подкосы выполняются из досок или брусков, прикрепляемых к обвязкам при помощи болтов. Эти связи устанавливаются в крайних пролетах здания и далее через 25...30 метров по длине здания, образуя вместе со скатными связями жесткие связевые блоки.



a)



б)



в)

Рис. 1. План и разрезы сооружения: а – поперечный разрез; б – совмещенный план покрытия; в – продольный разрез

Проектирование и расчет элементов покрытия

Настилы и обрешетка

Сплошные дощатые настилы и обрешетка укладываются по прогонам покрытия и являются основанием для рулонной (в первом случае) или штучной кровли (асбестоцементные листы, металл, черепица).

Двойной перекрестный сплошной настил состоит из двух слоев: нижнего – *рабочего* и верхнего – *защитного* (рис. 2, а). Рабочий настил выполняется из более толстых досок (с размерами 2,5...3 см на 10...15 см), уложенных с зазорами, защитный косою слой выполняется из досок толщиной 16...25 мм, шириной не менее 100 мм, укладываемых под углом 45° по отношению к рабочему настилу. Защитный настил обеспечивает совместную работу досок рабочего настила, пространственную жесткость покрытия (в этом случае не нужны связи в покрытии) и защищает рулонное покрытие от разрывов при короблении рабочего настила.

Одинарные настилы могут быть разреженными с зазорами между досок 2...3 см и сплошными. Однослойные настилы выполняются из досок толщиной 2,5...4 см и шириной не более 12...15 см (рис. 2, б).

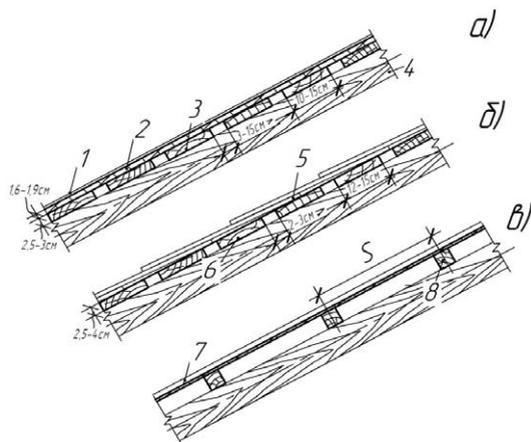


Рис. 2. Виды настилов под кровлю: 1 – рулонная кровля; 2 – защитный косою настил; 3 – рабочий разреженный настил; 4 – несущая конструкция; 5 – кровля; 6 – однослойный разреженный настил; 7 – волнистые асбестоцементные листы; 8 – обрешетка

Разрезанный настил, или обрешетка, представляет собой доски или бруски, поставленные с частым шагом, соответствующим размерам элемента покрытия (рис. 2, в). Например, при использовании асбестоцементных унифицированных листов волнистого профиля марки УВ 7.5-1750 шаг обрешетки – 500 мм.

Дошчатый щит представляет собой сплошной дощатый настил под рулонную кровлю, укрепленный поперечными и диагональными брусками для жесткости щита и покрытия в целом.

Щит-обрешетка представляет собой систему брусков, укрепленных поперечными и диагональными брусками (рис. 3).

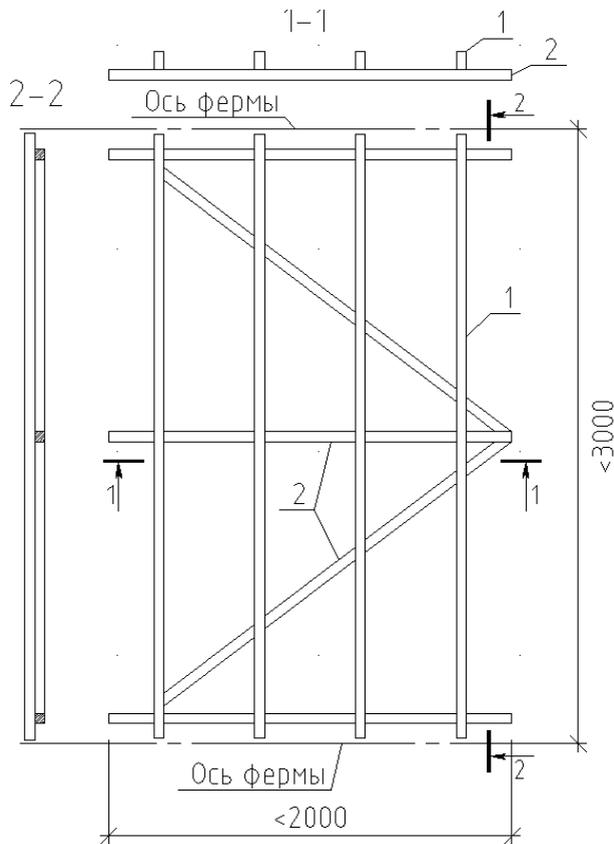


Рис. 3. Щит-обрешетка

Прогонь

Прогонь обычно называют балки, направленные вдоль оси здания. Различают прогонь разрезные, консольно-балочные, неразрезные.

Разрезные прогонь представляют собой балку цельнодеревянную или клееную, работают на изгиб в своей плоскости или на косоу изгиб. Стыкуются разрезные балки над опорами. Для уменьшения расчетных усилий разрезные балки усиливаются подбалками (рис. 4).

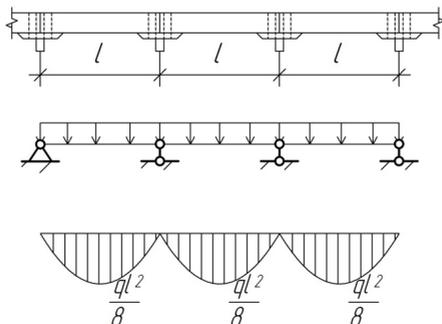


Рис. 4. Разрезной прогонь

Консольно-балочные прогонь представляют собой разрезную статически определимую балку с промежуточными шарнирами. Стыки прогонь выполняются в виде косоу прируба и соединяются одним вертикальным болтом.

Крайние пролеты уменьшают до $(0,8...0,85)l$ с целью выравнивания изгибающих моментов.

В зависимости от постановки шарниров различают равномерную схему и равнопрогибную (рис. 5, а, б).

Равномоментная схема. Все опорные и наибольшие пролетные моменты равны. Расстояние до шарнира $x = 0,15l$.

$$M_{\text{оп}} = M_{\text{пр}} = ql^2/16.$$

Наибольший прогиб

$$f = 2ql^4/384EI.$$

Равнопрогибная схема. Прогибы во всех пролетах приблизительно-но равны. Расстояние до шарнира $x = 0,21\ell$.

$$M_{\text{оп}} = ql^2/12; \quad M_{\text{ип}} = ql^2/24.$$

Наибольший прогиб

$$f = ql^4/384EI.$$

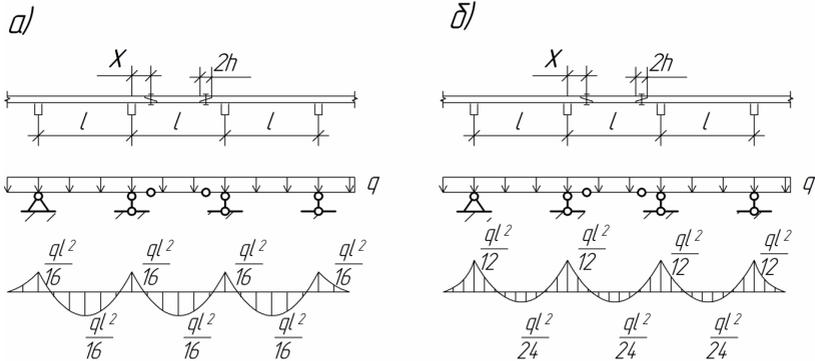


Рис. 5. Консольно-балочный прогон:
а – равномоментная схема; б – равнопрогибная схема

Неразрезные прогоны выполняются из двух спаренных досок, соединенных между собой по всей длине гвоздями (рис. 6). Крайние пролеты уменьшают до $(0,8...0,85)\ell$ с целью выравнивания изгибающих моментов или усиливают третьей доской.

Прогоны при углах наклона кровли $\alpha \leq 10^\circ$ рассчитываются по несущей способности:

$$\sigma = \frac{M}{W_{\text{расч}}} = R_u$$

и по деформациям:

$$f \leq [f]; \quad \frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right].$$

При углах наклона кровли $\alpha > 10^\circ$ прогоны чаще всего работают при косом изгибе и рассчитываются по формуле

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_u.$$

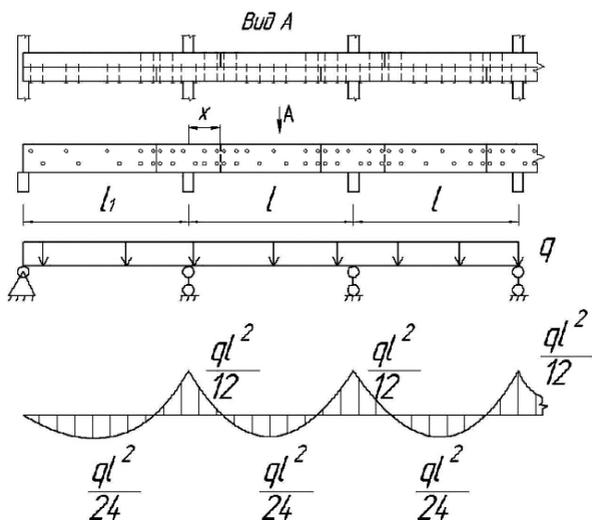


Рис. 6. Внешний вид, расчетная схема и эпюра изгибающих моментов неразрезного прогона

Стропильные ноги

В тех случаях когда расстояние между прогонами велико, рационально ввести в состав покрытия стропильные ноги. Стропильные ноги чаще всего выполняют из досок размером 5×10 см, поставленных на ребро, или брусьев (рис. 7). Стропильные ноги укладываются по прогонам на расстояниях $0,5 \dots 1,0$ м, причем в каждом пролете прогона должно быть не менее 4–5 стропильных ног. Для предупреждения сползания стропильные ноги крепят между собой в коньке и к прогонам гвоздями.

Стропильные ноги рассчитывают как балки, свободно лежащие на двух опорах с наклонной осью. При углах наклона кровли $\alpha \leq 10^\circ$ стропильные ноги рассчитывают как балки с горизонтальной осью, а при углах $\alpha > 10^\circ$ – как балки с наклонной осью.

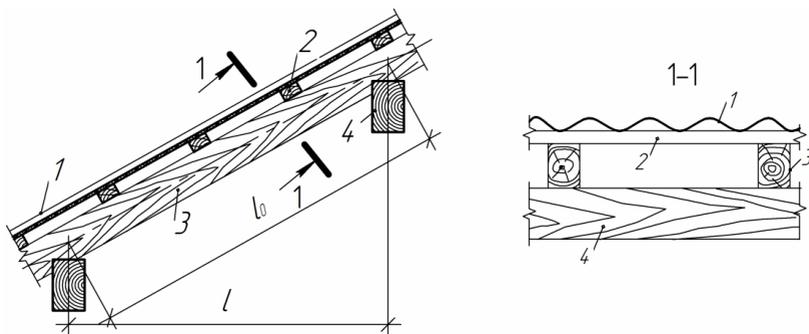


Рис. 7. Конструкция покрытия по стропильным ногам:
1 – волнистые асбестоцементные листы; 2 – обрешетка;
3 – стропильные ноги; 4 – прогон

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение

Несущий поперечный каркас здания проектируем в виде однопролётных симметричных сборных брусчатых рам с двухскатным ригелем.

Рамы решаем по 3-шарнирной схеме с шарнирными опорными и коньковыми узлами и жесткими карнизными узлами (рис. 8). Жесткость последних обеспечивается сопряжением ригеля со стойкой болтами и деревянным подкосом, совместно воспринимающими узловой изгибающий момент.

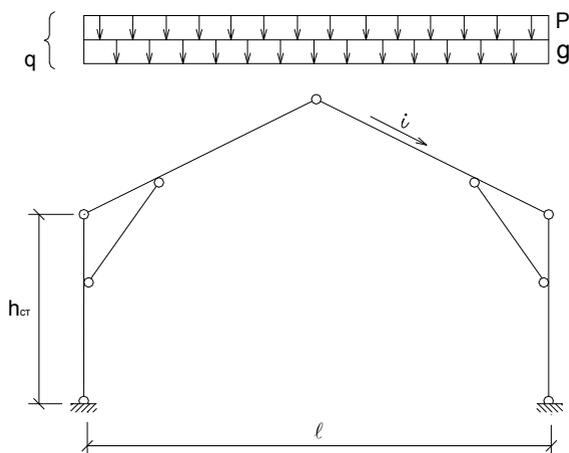


Рис. 8. Расчетная схема трехшарнирной рамы

Исходные данные

Параметры рамы:

$h_{ст}$ — высота стойки,

l — пролет рамы,

B — шаг рамы,

i — уклон ригеля двускатной кровли.

Снеговой район строительства, например – I, расчетная снеговая нагрузка $S_g = 0,8$ КПа.

Порода древесины, материал – кедр, условия работы сооружения, группа зданий – Б-2.

Расчетно-конструктивный раздел

Компоновка конструктивной схемы сооружения

Конструкция покрытия

Кровля проектируется из асбестоцементных волнистых листов марки УВ 7.5-1750, укладываемых на щитовую обрешетку, размеры которой определяются расчетом.

План несущих конструкций со связями

Согласно заданным размерам вычерчивается план здания с указанием несущих и ограждающих конструкций, со всеми необходимыми связями (рис. 1).

Продольная компоновка каркаса

Для обеспечения продольной устойчивости сооружения в крайних (приторцовых) пролетах в плоскости стоек и ригелей рам дополнительно должны быть поставлены диагональные, или перекрестные, жесткие связи.

На листе вычерчивается продольный разрез здания (рис. 1, в).

Конструкция несущей рамы

Несущий поперечный каркас здания проектируем в виде однопролетных симметричных сборных брусчатых рам (рис. 9) с двухскатным ригелем 1. Соединение ригеля со стойкой – шарнирное при помощи металлических болтов 2. Деревянный подкос 3 обеспечивает жесткость карнизного узла.

Стойки рам опираются на столбчатые бетонные фундаменты 4, возвышающиеся над уровнем пола на 20 см. По ригелям рам укладываем крупноблочные щиты обрешетки 5 под асбестоцементную кровлю 6, конструкция которых обеспечивает пространственную неизменяемость покрытия и устойчивость ригелей рам из их плос-

кости. Аналогичная щитовая конструкция 7 применена и для устройства стен.

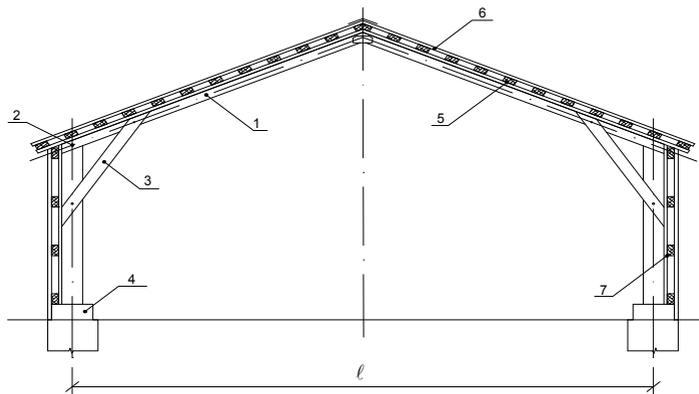


Рис. 9. Конструктивная схема брусчатой рамы

Геометрический расчет элементов рамы

Участок *BK*, равный участку *КС*, выбирается из условия

$$1,5 \text{ м} \leq h_{BK} \leq 1/3 \ell_{\text{риг}}$$

Определяем угол наклона ригеля – угол θ .

Например:

$$\text{tg}\theta = i = 1 : 2,25 = 0,44; \quad \theta = 23^\circ 45'; \quad \sin\theta = 0,403; \quad \cos\theta = 0,915.$$

Длина ригеля полурамы:

$$\ell_{\text{риг}} = \frac{\ell}{2 \cdot \cos\theta}.$$

Высота рамы в середине пролета:

$$h_o = h_{\text{ст}} + 0,5 \cdot \ell \cdot \text{tg}\theta.$$

Для определения длины подкоса необходимо вычислить угол γ .

Например:

$$\gamma = \frac{90 - \theta}{2} = \frac{90 - 23^\circ 45'}{2} = 33^\circ 07'.$$

$$\text{tg}\gamma = 0,652; \quad \sin\gamma = 0,546; \quad \cos\gamma = 0,838.$$

Длина подкоса:

$$\ell_n = 2 \cdot h_{BK} \cdot \cos\gamma.$$

Расстояние от низа рамы до точки пересечения оси ригеля с осью подкоса:

$$h_n = h_{cr} + h_{BK} \cdot \sin\theta.$$

Расстояние от оси стойки до точки пересечения оси ригеля с осью подкоса:

$$U = h_{BK} \cdot \cos\theta.$$

Расстояние от центра карнизного узла до оси подкоса:

$$e = h_{BK} \cdot \sin\gamma.$$

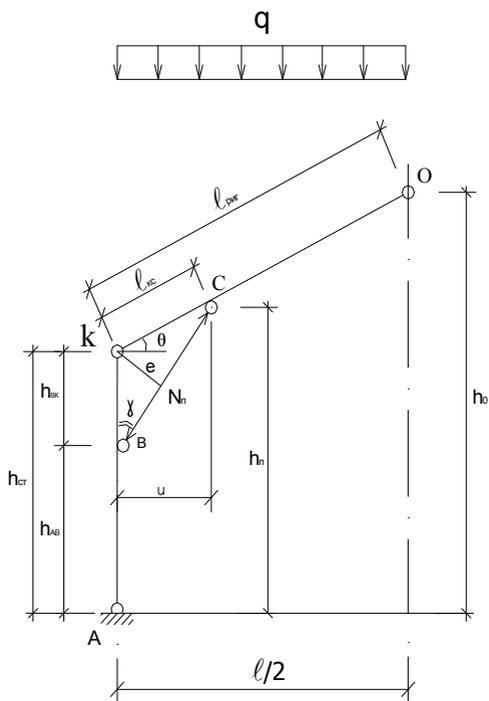


Рис. 10. Геометрическая схема рамы

Расчет элементов покрытия

Конструирование элементов покрытий неотапливаемых зданий начинается с определения сечения и шага прогонов.

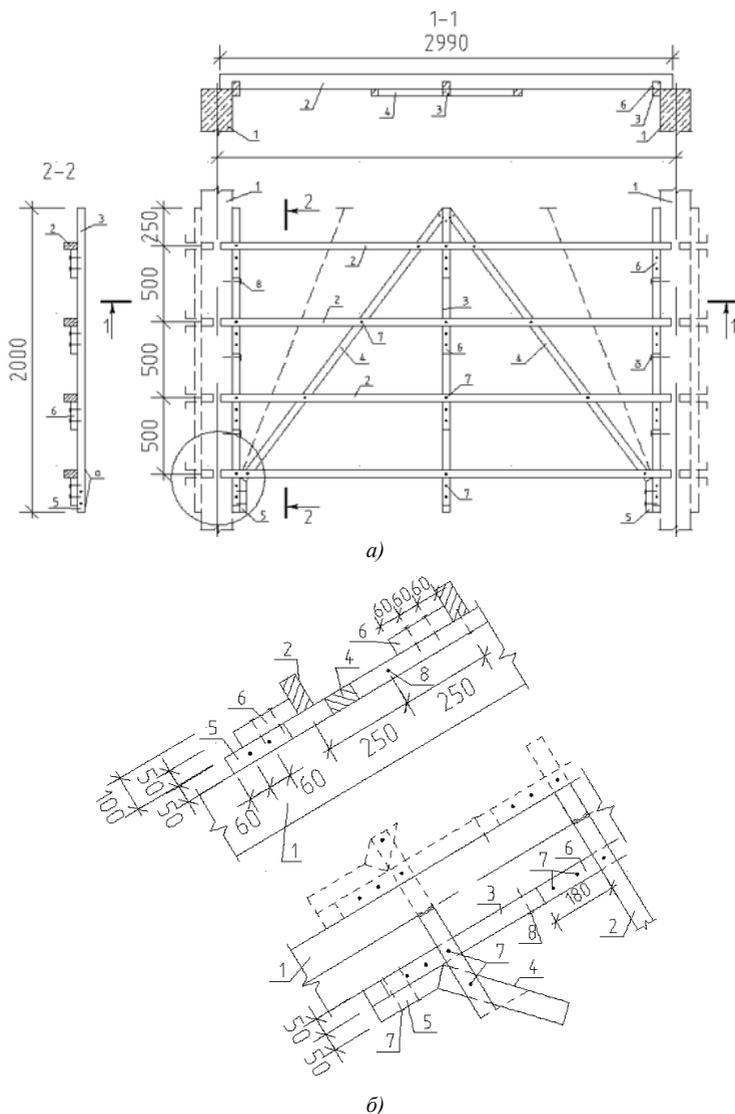


Рис. 11. Щитовая обрешетка: *а* – план и разрезы щита, *б* – деталь узла;
 1 – ригель рамы; 2 – обрешетины; 3 – стойка щита; 4 – раскосы;
 5 – упорная бобышка; 6 – прибоины; 7, 8 – гвозди

Щит обрешетки проектируем из четырех прогонов сечением 5×10 см, выполняющих одновременно роль обрешетин под кровлю, которые соединены гвоздями с элементами решетки тремя стойками и двумя диагональными раскосами из брусков сечением 5×5 см (рис. 11). Размеры щита принимаем исходя из шага расстановки рам и размеров асбестоцементного волнистого листа.

Расчет прогона-обрешетины

1. Вычисляем нагрузку, действующую на 1 п. м обрешетины, включая вес кровли, обрешетины и решетки (0,5 от веса обрешетины), кН/см^2 :

$$q = g + S,$$

где g – расчетная нагрузка на 1 п. м обрешетины; S – расчетная снеговая нагрузка на 1 п. м обрешетины;

$$g = g^h \cdot \gamma_f,$$

где γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, определяется по СНиП 2.01.07–85* «Нагрузки и воздействия»; $g^h = g_{\text{кр}} + g_{\text{обр}} + g_{\text{реш}} = g_{\text{а.л}} \cdot 0,5 + 0,05 \cdot 0,1 \cdot 5 + 0,5(0,05 \cdot 0,1 \cdot 5)$, где $g_{\text{а.л}}$ – вес 1 м^2 асбестоцементных листов.

2. Определяем максимальный изгибающий момент. Обрешетины щита работают на косо́й изгиб (рис. 12). В плоскости, перпендикулярной скату, обрешетина работает как разрезная балка с расчетным пролетом ℓ (299 см). В плоскости ската обрешетину рассматриваем как двухпролетную неразрезную балку с пролетами ℓ_1 (150 см):

$$M_x = \frac{q \cdot \cos \alpha \cdot \ell^2}{8}; \quad M_y = \frac{q \cdot \sin \alpha \cdot \ell_1^2}{8}.$$

3. Проверяем прочность прогона:

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_u,$$

где M_x, M_y – составляющие изгибающего момента для главных осей сечения X и Y ; W_x, W_y – моменты сопротивления поперечного сечения нетто относительно главных осей сечения X и Y .

4. Проверяем жесткость прогона.

Прогиб обрешетины в середине пролета вызывается лишь действием нагрузки, перпендикулярной скату:

$$\frac{f}{\ell} = \frac{5 \cdot q_y^h \cdot \ell^3}{384 E J_x} = \frac{5 \cdot q^h \cdot \cos \alpha \cdot \ell^3}{384 E J_x} \geq \left[\frac{f}{\ell} \right].$$

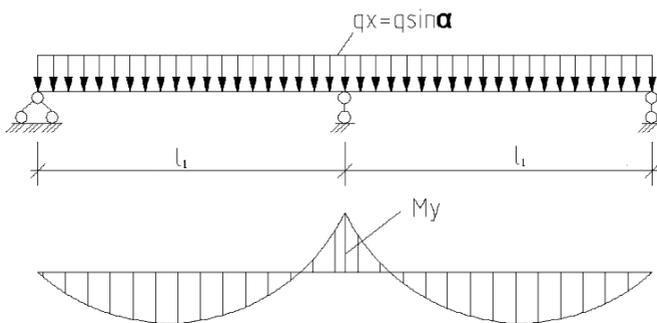
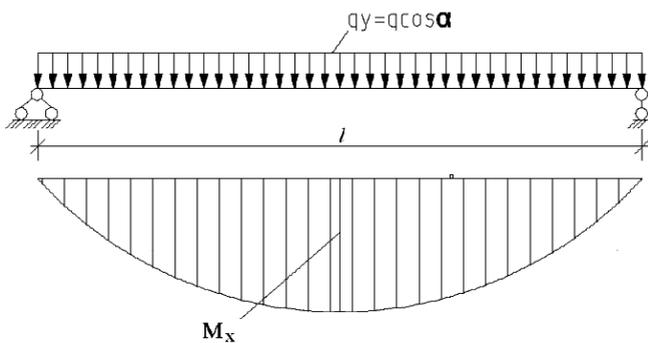
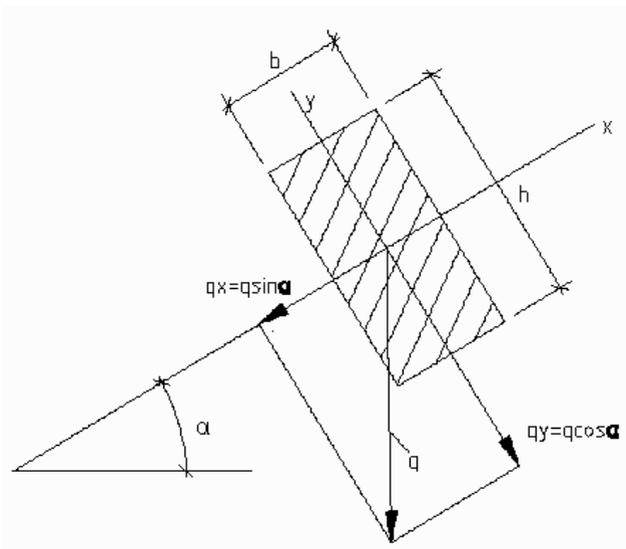


Рис. 12. Расчетные схемы обрешетины

Статический расчет рамы

Нагрузки, действующие на раму

Согласно СНиП 2.01.07–85* «Нагрузки и воздействия» на раму действуют постоянные (собственный вес рамы, кровли) и временные (снеговая, ветровая) нагрузки. Воздействие ветровой нагрузки в некоторых случаях не учитывается, так как значение изгибающего момента от ветровой нагрузки не превышает 20 % от грузового момента, а по требованию СНиП II-25–80 при расчете на прочность и устойчивость расчетные сопротивления увеличиваются в 1,2 раза коэффициентом условия работы.

Таким образом, раму рассчитываем только на основное сочетание нагрузок (постоянная и снеговая).

Так как обрешетины кровли расположены по ригелю равномерно на равном расстоянии, следовательно, нагрузка на раму считается равномерно распределенной.

Нормативная постоянная нагрузка от собственного веса кровли (включая вес кровли, настила или обрешетки) составляет на 1 п. м горизонтальной проекции ригеля, кН/м:

$$g_{кр}^H = \frac{g^H \cdot B}{\cos \theta}.$$

Нормативная временная (снеговая):

$$S_0 = 0,7 S_g \cdot B.$$

Нагрузка от собственного веса рамы:

$$g_{CB}^H = \frac{g_{кр}^H + S_0}{\left(\frac{1000}{K_{CB} \cdot \ell} - 1 \right)},$$

где K_{CB} – коэффициент собственного веса, для данного типа рамы принимается равным 5÷7.

Таким образом, *расчетная* нагрузка на 1 п. м горизонтальной проекции ригеля составляет:

постоянная –

$$g = (g_{кр}^H + g_{CB}^H) \cdot \gamma_f;$$

временная –

$$S = S_g \cdot B;$$

полная —

$$q = g + S,$$

где γ_f — коэффициент надежности по нагрузке, определяется по СНиП 2.01.07–85* «Нагрузки и воздействия».

Статический расчет

Статический расчет включает определение внутренних усилий — изгибающих моментов M , продольных сил N — и построение их эпюр. Для этого необходимо определить вертикальные и горизонтальные реакции опор V_A и H_A (по правилам строительной механики).

При определении M и N подкос условно заменяют двумя силами N_{II} (рис. 10), действующими в противоположных направлениях, направленных к узлам (сжатие).

Усилие N_{II} в подкосе определяется из уравнения моментов относительно точки K , где пересекаются оси стойки и ригеля:

$$\Sigma M_K = H_A \cdot h_{CT} + N_{II} \cdot e = 0;$$

$$N_{II} = \frac{H_A \cdot h_{CT}}{e}.$$

Для построения эпюры **изгибающих моментов** необходимо просчитать наиболее загруженные точки B и C :

$$M_B = H_A \cdot h_{AB};$$

$$M_C = V_A \cdot U - H_A \cdot h_{II} \frac{q \cdot U^2}{2}.$$

Для построения эпюры **продольных сил** необходимо определить усилия чуть выше и чуть ниже точек B и K , левее и правее точки C и в точке O .

Определяем продольные усилия в стержнях рамы.

В точке B

— чуть ниже $N_B^H = -V_A$;

— чуть выше $N_B^B = -V_A + N_{II} \cdot \cos \gamma$.

В точке K

— на стойке $N_K^C = N_B^B$;

— на ригеле $N_K^P = -V_A \cdot \sin \theta - H_A \cdot \cos \theta + N_{II} \cdot \cos \gamma$.

В точке C

– левее $N_C^I = N_K + q \cdot U \cdot \sin \theta$;

– правее $N_C^{II} = -V_A \cdot \sin \theta - H_A \cdot \cos \theta + q \cdot U \cdot \sin \theta$.

В точке O

$N_O = -H_A \cdot \cos \theta$.

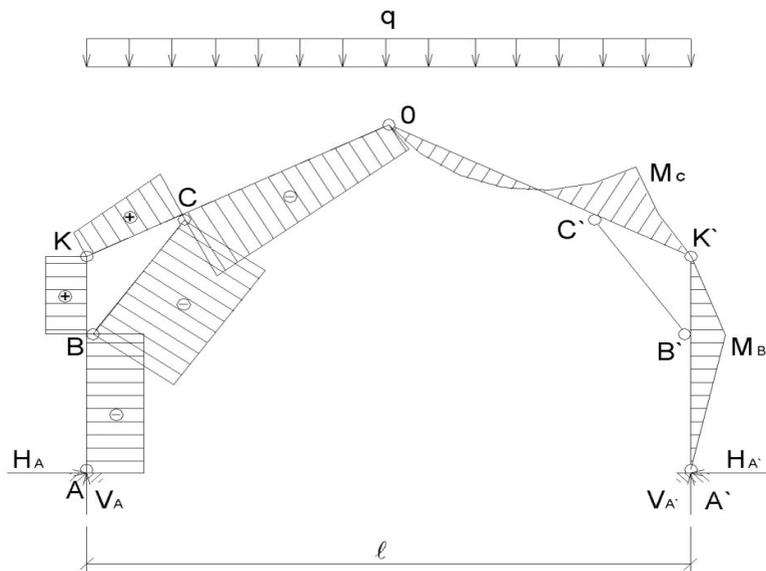


Рис. 13. Эпюры продольных сил и изгибающих моментов

Конструктивный расчет несущих конструкций

Расчет стойки

А. Участок AB

На участке *AB* стойка работает как сжато-изогнутый элемент. Расчетным является сечение *B*, так как там действует максимальный изгибающий момент и продольная сила (M_B и N_B^H), а также сечение ослаблено врезкой и отверстием под болт диаметром 16 мм (рис. 14).

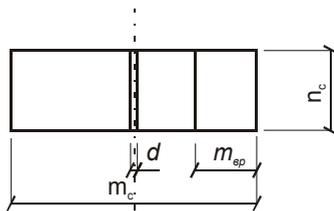
Стойку проектируем из бруса сечением $m_C \times n_C$:

$$m_C \approx \left(\frac{1}{18} \div \frac{1}{20} \right) \ell; \quad n_C \approx \frac{m_C}{3}; \quad 2 \text{ см} \leq m_{BP} \leq \frac{1}{4} \cdot m_C.$$

Принимаем $m_{BP} = 5 \dots 10$ см.

Принимаем $d = 16$ мм.

Расчет на прочность сжато-изгибаемых элементов производится по формуле (28) п. 4.17 СНиП II-25-80:



$$\frac{N}{F_{РАСЧ}} + \frac{M_D}{W_{РАСЧ}} \leq R_C .$$

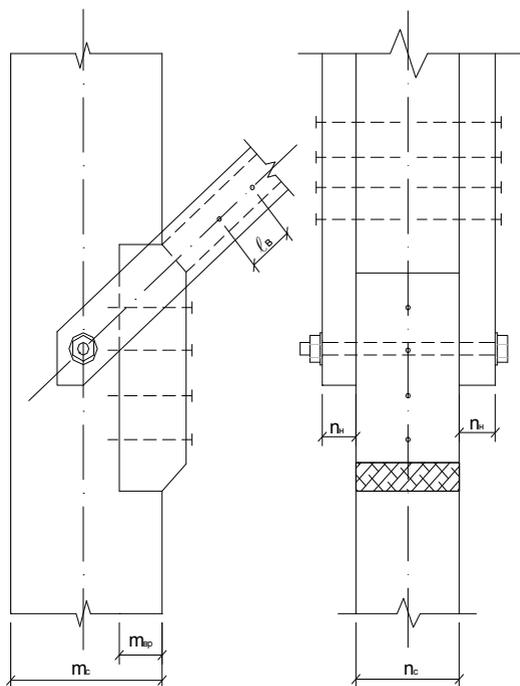


Рис. 14. Узел крепления подкоса в стойку (расчетное сечение)

Рассчитываемые элементы должны быть недогружены не более чем на 10 %.

Расчетное сопротивление древесины на сжатие:

$$R_C = R_{И} = R_C^{\text{сосны}} \cdot m_{П} \cdot m_{В} \cdot m_{Т} \cdot m_{Д},$$

где $R_C^{\text{сосны}}$ – расчетное сопротивление сосны; $m_{П}$ – коэффициент породы; $m_{В}$, $m_{Т}$, $m_{Д}$ – коэффициенты условий работы.

Расчетная площадь сечения, см²:

$$F_{\text{расч}} = F_{\text{бр}} - F_{\text{осл}} = m_{\text{с}} \cdot n_{\text{с}} - d \cdot n_{\text{с}} - m_{\text{вр}} \cdot n_{\text{с}}$$

Расчетный момент сопротивления, см³:

$$W_{\text{РАСЧ}} = \frac{n_{\text{с}} \cdot (m_{\text{с}} - m_{\text{вр}})^2}{6}$$

Изгибающий момент от действия поперечных и продольных нагрузок определяется из расчета по деформированной схеме, кН · см:

$$M_{\text{Д}} = \frac{M_{\text{В}} + N_{\text{В}}^{\text{H}} \cdot 0,5m_{\text{вр}}}{k_{\text{H}} \xi},$$

где ξ – коэффициент, изменяющийся от 1 до 0, учитывающий дополнительный момент от продольной силы вследствие прогиба элемента; φ – коэффициент, определяемый по формуле (8) п. 4.3 СНиП II-25-80:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda_x^2}; \quad \lambda_x = \frac{\ell_0}{r_x} = \frac{\mu_0 \cdot h_{\text{AB}}}{0,29 \cdot m_{\text{с}}},$$

где ℓ_0 – расчетная длина элемента; r_x – радиус инерции сечения элемента с максимальными размерами соответственно относительно оси X ; μ_0 – коэффициент приведения, определяется в зависимости от закрепления участка AB стойки по п. 4.21 СНиП II-25-80:

$$\xi = 1 - \frac{N}{\varphi \cdot R_{\text{с}} \cdot F_{\text{БР}}}$$

В случаях когда в шарнирно-опертых элементах эпюры изгибающих моментов имеют треугольное или прямоугольное очертание, коэффициент ξ по формуле (30) [3] следует умножать на поправочный коэффициент k_{H} :

$$k_{\text{H}} = \alpha_{\text{H}} + \xi \cdot (1 - \alpha_{\text{H}}),$$

где α_{H} – коэффициент, который следует принимать равным 1,22 при эпюрах изгибающих моментов треугольного очертания (от сосредоточенной силы) и 0,81 при эпюрах прямоугольного очертания (от постоянного изгибающего момента).

Б. Участок ВК

Участок $ВК$ работает на растяжение с изгибом.

Расчетное сечение – точка $В$, так как там действует максимальный момент $M_{\text{В}}$, продольная растягивающая сила $N_{\text{В}}$ сверху ($N_{\text{В}}^{\text{B}}$), сечение ослаблено врезкой и отверстием под болт.

Расчет производится по формуле (27) п. 4.16 СНиП II-25-80:

$$\frac{N}{F_{\text{РАСЧ}}} + \frac{M \cdot R_p}{W_{\text{РАСЧ}} \cdot R_{\text{И}}} < R_p.$$

Расчетное сопротивление древесины на растяжение (кН/см²):

$$R_p = R_c^{\text{сосны}} \cdot m_{\text{П}} \cdot m_{\text{В}} \cdot m_{\text{Т}} \cdot m_{\text{Д}} \cdot m_{\text{О}},$$

где $m_{\text{О}}$ – коэффициент ослаблений.

Расчет ригеля

Принимаем сечение ригеля $n_p = n_c$ и $m_p = m_c$.

Если изгибающий момент и продольная сила в точке C меньше, чем в точке B , то высоту сечения m_p можно уменьшить примерно на 10–20 %.

Глубину врезки подушки упора можно не изменять.

А. Участок СО

Расчетное сечение – точка C , так как там действует максимальный момент M_C , продольное усилие $N_C^{\text{П}}$, сечение ослаблено врезкой и отверстием под болт диаметром 16 мм.

Расчет на прочность сжато-изгибаемого элемента:

$$\frac{N}{F_{\text{РАСЧ}}} + \frac{M_{\text{Д}}}{W_{\text{РАСЧ}}} < R_C.$$

Рассчитываемые элементы должны быть недогружены не более чем на 10 %.

$$F_{\text{РАСЧ}} = m_p \cdot n_p - m_{\text{ВР}} \cdot n_p - d \cdot n_p \text{ (см}^2\text{)}; \quad \ell_{\text{СО}} = \ell_{\text{РИГ}} - \ell_{\text{КС}};$$

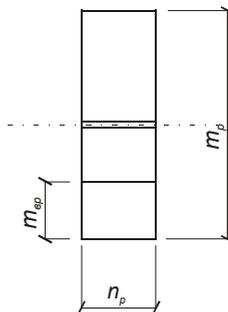
$$W_{\text{РАСЧ}} = \frac{n_p \cdot (m_p - m_{\text{ВР}})^2}{6} \text{ (см}^3\text{)}; \quad \lambda = \frac{\ell_0}{r_x} = \frac{\mu_0 \cdot \ell_{\text{СО}}}{0,29 \cdot m_p},$$

где μ_0 – коэффициент приведения, определяется в зависимости от закрепления участка $СО$ ригеля по п. 4.21 СНиП II-25–80.

$$M_{\text{Д}} = \frac{M_C + N_C^{\text{П}} \cdot 0,5m_{\text{ВР}}}{\xi}; \quad \varphi = \frac{3000}{\lambda^2}; \quad \xi = 1 - \frac{N}{\varphi \cdot R_C \cdot F_{\text{БР}}}.$$

Б. Участок КС работает на растяжение с изгибом.

Расчет на прочность растянуто-изгибаемого элемента производим по формуле (27) [3]:



$$\frac{N}{F_{\text{РАСЧ}}} + \frac{M \cdot R_p}{W_{\text{РАСЧ}} \cdot R_{\text{И}}} < R_p.$$

Расчет подкоса

Ширина распорки: $n = n_c$.

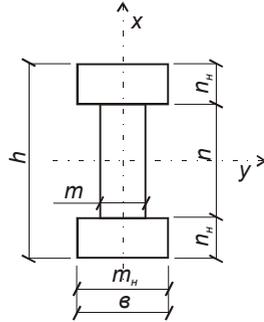
Высота распорки: $m = 6 \dots 8$ см.

Толщина накладки: $n_{\text{н}} = 5 \dots 7$ см.

Высота накладки: $m_{\text{н}} = 2 \cdot m$.

Расчет подкоса на осевое сжатие производим как расчет составного элемента на податливых связях, часть ветвей которых не оперты по концам. Так как распорка непосредственно воспринимает сжимающие усилия в подкосе, а накладки

лишь повышают ее устойчивость при продольном изгибе, то подкос рассчитываем как сжатый стержень с неравномерно нагруженными ветвями (п. 4.7 СНиП II-25-80) (рис. 5):



1) расчет на прочность производится по формуле (5) (п. 4.2 СНиП II-25-80):

$$\frac{N}{F_{\text{НТ}}} \leq R_c.$$

$F_{\text{РАСЧ}} = F_{\text{НТ}} = m \cdot n$ (см²) — площадь сечения опертых ветвей;

2) расчет на устойчивость производится по следующим формулам:

а) относительно оси X, перпендикулярной швам сплачивания,

$$\frac{N}{\varphi_x \cdot F_{\text{РАСЧ}}} \leq R_c.$$

Момент инерции определяется по формуле (15) (п. 4.7 СНиП II-25-80):

$$J_X = J_O + 0,5 \cdot J_{\text{НО}} = \frac{n \cdot m^3}{12} + 0,5 \cdot \left(2 \cdot \frac{n_{\text{н}} \cdot m_{\text{н}}^3}{12} \right);$$

$$r_X = \sqrt{\frac{J_X}{F_{\text{РАСЧ}}}}; \quad \lambda_X = \frac{\mu_0 \ell_0}{r_X},$$

где μ_0 — коэффициент приведения, определяется в зависимости от закрепления подкоса по п. 4.21 СНиП II-25-80; φ_x — определяется в зависимости от гибкости элемента.

Рассчитываемые элементы должны быть недогружены не более чем на 10 % хотя бы относительно одной оси;

б) относительно оси Y , параллельной швам сплачивания.

Устойчивость составных центрально сжатых стержней относительно оси Y проверяют с учетом сдвигов по швам, возникающих вследствие податливости соединений:

$$\frac{N}{\varphi_Y \cdot F_{\text{РАСЧ}}} \leq R_C;$$

$$J_Y = J_0 + J_{\text{НО}} = \frac{m \cdot n^3}{12} + 2 \cdot \frac{n_{\text{Н}}^3 \cdot m_{\text{Н}}}{12} + 2 \cdot n_{\text{Н}} \cdot m_{\text{Н}} \cdot h_1^2; \quad h_1 = 0,5(n + n_{\text{Н}});$$

$$r_Y = \sqrt{\frac{J_Y}{F_{\text{РАСЧ}}}};$$

φ_Y определяется в зависимости от гибкости элемента.

Гибкость составных элементов определяется с учетом податливости соединений по формуле

$$\lambda_{\text{ИР}} = \sqrt{(\mu_Y \cdot \lambda_Y)^2 + \lambda_1^2} = \mu_Y \cdot \lambda_Y \quad \text{при } \lambda_1 = 0;$$

$\lambda_1 = 0$, если удовлетворяется условие: $n_{\text{Н}} \cdot 7 > \ell_{\text{В}}$,

где $\ell_{\text{В}}$ – расчетная длина ветви (расстояние между гвоздями в подкосе при встречной забивке);

$$\lambda_Y = \frac{\mu_0 \ell_0}{r_Y};$$

$$\mu_Y = \sqrt{1 + k_C \cdot \frac{b \cdot h \cdot n_{\text{Ш}}}{\ell_0^2 \cdot n_C}},$$

где h – высота сечения: $h = 2 \cdot n_{\text{Н}} + n$ (см); b – ширина сечения: $b = m_{\text{Н}}$ (см); $n_{\text{Ш}}$ – количество срезов; $n_C = 100/\ell_{\text{В}}$ – расчетное количество срезов связей в одном шве на 1 м элемента; ℓ_0 – расчётная длина подкоса, м; k_C – коэффициент податливости соединений, определяется по табл. 12 СНиП II-25–80.

Диаметр гвоздя (в см) подбирается из условия

$$d_{\text{ГВ}} \leq 0,1n_{\text{Н}}.$$

Минимальная длина гвоздя (см):

$$\ell_{\text{ГВ}} \geq n_{\text{Ш}} + 0,2 + \ell_{\text{защ}} + 1,5 \cdot d_{\text{ГВ}}.$$

Максимальная длина гвоздя (см):

$$\ell_{\text{гв}} \leq n_{\text{ш}} + 0,2 + 0,66n.$$

где $n_{\text{ш}}$ – количество швов, пробиваемых гвоздем; $\ell_{\text{защ}} = 4 \cdot d_{\text{гв}}$.

Принимаем гвозди согласно ГОСТ 4028–63 (см. табл.).

Диаметр гвоздя, мм	3	3,5	4	5	6
Длина гвоздя, мм	70, 80	90	100, 120	120, 150	150, 200

Расчет карнизного узла

В узле K стойка сопрягается с ригелем рамы в полдерева и соединяется болтами, работающими как односрезные нагели.

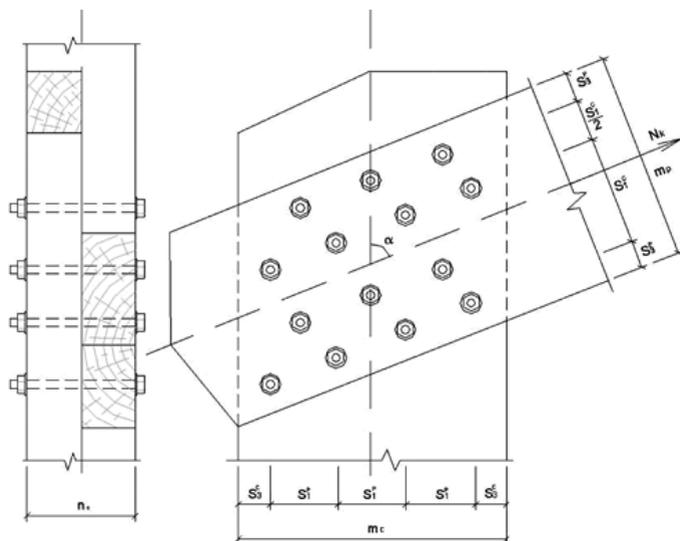


Рис. 15. Карнизный узел

Карнизное соединение несимметричное односрезное, передающее продольное усилие ригеля N_K^P на стойку в точке K , рассчитывается согласно п. 5.13, 5.14, 5.15 СНиП II-25–80. Диаметр болтов подбираем конструктивно в пределах 1,6... 2,4 см согласно табл. 19 [3].

Расчётную несущую способность цилиндрического нагеля на один шов сплавления определяем по табл. 17 (там же):

1) из условия смятия ригеля

$$T_{\text{см}}^{\text{P}} = 0,35 \cdot \frac{n_{\text{C}}}{2} \cdot d \cdot m_i,$$

где m_i – произведение коэффициентов $m_{\text{П}} \cdot m_{\text{В}} \cdot m_{\text{Т}} \cdot m_{\text{Д}}$;

2) из условия смятия стойки

$$T_{\text{см}}^{\text{СТ}} = 0,35 \cdot \frac{n_{\text{C}}}{2} \cdot d \cdot m_i \cdot k_{\alpha}.$$

При передаче усилия нагелем под углом к волокнам вводится коэффициент k_{α} .

Угол $\alpha = 90^{\circ} - \theta$; k_{α} для промежуточных углов, не указанных в табл. 19 [3], определяется интерполяцией;

3) из условия изгиба нагеля

$$T_{\text{И}}^{\text{H}} = \left(1,8 \cdot d^2 + 0,02 \cdot \left(\frac{n}{2} \right)^2 \right) \cdot \sqrt{m_i \cdot k_{\alpha}};$$

$$T_{\text{и}} \leq 2,5 \cdot d^2 \cdot \sqrt{m_i \cdot k_{\alpha}}.$$

Количество болтов, необходимых для карнизного узла, определяется по формуле (55) СНиП II-25-80:

$$n_{\text{H}} \geq \frac{N_{\text{К}}^{\text{P}}}{T \cdot n_{\text{ш}}},$$

где $n_{\text{ш}}$ – число расчетных швов одного нагеля; T – наименьшая расчетная несущая способность на один шов сплачивания.

Расстановку нагелей производим согласно п. 5.18 СНиП II-25-80.

Принимаем шайбы согласно п. 6.11 тех же СНиП.

Расчет конькового узла

Узел решается упором торцов полуригелей. Боковая жесткость узла обеспечивается постановкой парных деревянных накладок. Для обеспечения шарнирности узла крайние напряженные волокна скашиваются на глубину 2–3 см.

Толщину накладок назначаем (см):

$$a \geq \frac{n_{\text{P}}}{3}.$$

Накладка работает на изгиб от поперечной силы с большим запасом прочности, поэтому расчет на изгиб не требуется.

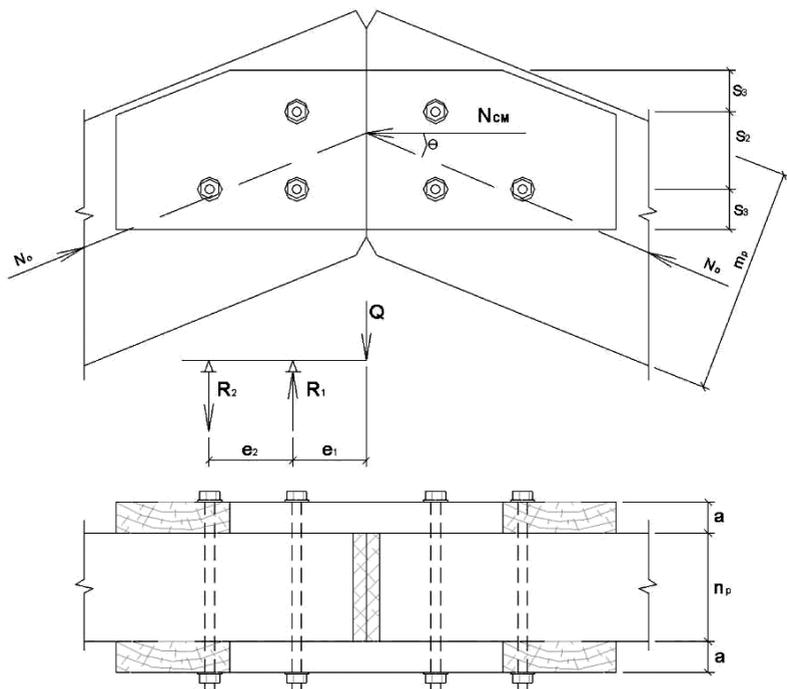


Рис. 16. Коньковый узел

1. Расчет на смятие торцов полуригелей

Расчет производим согласно п. 5.1 и формуле (52) СНиП II-25-80:

$$T = R_{см\alpha} \cdot F_{см} \geq N_{см},$$

где $F_{см}$ – расчётная площадь смятия; $R_{см\alpha}$ – расчетное сопротивление древесины смятию под углом к направлению волокон; $N_{см}$ – сминающее усилие лобового упора (направлено перпендикулярно площадке смятия).

Определяем расчетное сопротивление древесины на смятие:

вдоль волокон $R_{см}$, поперек волокон $R_{см90}$ по всей поверхности

Внимание: коэффициент m_{II} для лиственных пород имеет другое значение.

$$R_{\text{см}\alpha} = \frac{R_{\text{см}}}{1 + \left(\frac{R_{\text{см}}}{R_{\text{см}90}} - 1 \right) \cdot \sin^3 \theta};$$

$$N_{\text{см}} = N_o \cdot \cos \theta;$$

$$F_{\text{см}} = \frac{n_p \cdot (m_p - 2 \cdot 2)}{\cos \theta}.$$

2. Расчет соединительных болтов

Требуемое количество болтов определяют от действия поперечной силы, величина которой в коньковом узле достигает максимального значения при одностороннем загрузении рамы временной снеговой нагрузкой:

$$Q_o = \frac{S \cdot \ell}{8}.$$

При расчете каждую половину накладки считают шарнирно-консольной балкой, расстояние e_1 и e_2 назначают из правил расстановки болтов (см. рис. 16). Принимаем диаметр болта в пределах 16...24 мм. Тогда

$$e_1 = e_2 \geq 7 \cdot d.$$

Усилие в первом ряду болтов (кН)

$$R_1 = \frac{Q_o (e_1 + e_2)}{e_2}.$$

Усилие во втором ряду болтов (кН)

$$R_2 = \frac{Q_o \cdot e_1}{e_2}.$$

Определяем минимальную несущую способность одного нагеля на один шов сплачивания, соединение двухсрезное симметричное:

1) из условия смятия ригеля

$$T_{\text{см}}^p = 0,5 \cdot n_p \cdot d \cdot k_\alpha \cdot m_i,$$

где $\alpha = 90^\circ - \theta$;

2) из условия смятия накладки

$$T_{\text{см}}^H = 0,8 \cdot a \cdot d \cdot k_{90} \cdot m_i;$$

3) из условия изгиба нагеля

$$T_{\text{И}} = (1,8 \cdot d^2 - 0,02 \cdot a^2) \sqrt{m_i \cdot k_{90}}; \quad T_{\text{И}} \leq 2,5 \cdot d^2 \cdot \sqrt{m_i \cdot k_{90}}.$$

Количество нагелей в первом ряду определяем по формуле (55):

$$n_H \geq \frac{R_1}{T_{\min} \cdot n_{III}}$$

Количество нагелей во втором ряду

$$n_H \geq \frac{R_2}{T_{\min} \cdot n_{III}}$$

Принимаем шайбы согласно п. 6.11 СНиП II-25–80.

Расчет узла крепления подкосов стойки

В узлах *B* и *C* подкос сопрягается со стойкой и ригелем рамы.

Для передачи сжимающего усилия распорка своей торцевой поверхностью упирается в подушки, врезанные в элементы на глубину $m_{вр}$ и прибитые к ним гвоздями.

Узел крепления подкоса рассчитывается на смятие и скалывание.

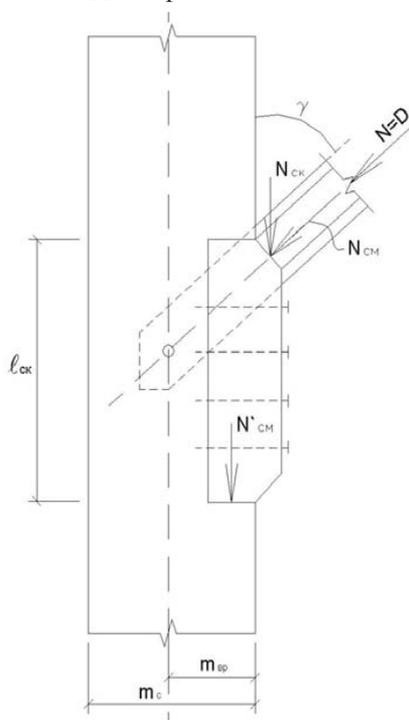


Рис. 17. Разрез узла крепления подкоса

1. Расчет на смятие древесины подушки

Расчет производим согласно п. 5.1 и формуле (52) СНиП II-25–80:

$$T = R_{\text{см}\alpha} \cdot F_{\text{см}} \geq N_{\text{см}};$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{II}}; \quad F_{\text{см}} = n \cdot m;$$

$$R_{\text{см}\alpha} = \frac{R_{\text{см}}}{1 + \left(\frac{R_{\text{см}}}{R_{\text{см}90}} - 1 \right) \cdot \sin^3 \gamma}.$$

Определяем расчетное сопротивление древесины на смятие:

вдоль волокон $R_{\text{см}}$, поперек волокон $R_{\text{см}90}$ для лобовых врубок.

Если подушка не удовлетворяет условию смятия, то увеличивают размеры поперечного сечения распорки или изготавливают подушку из древесины более твердой породы (дуб, ясень, клен).

2. Расчет на смятие площадки упора подушки в стойку

Вертикальная составляющая усилия N_{II} в месте врезки подушки в стойку вызывает торцевое смятие сопрягающих элементов:

$$T = R_{\text{см}\alpha} \cdot F'_{\text{см}} \geq N'_{\text{см}};$$

$$N'_{\text{см}} = N_{\text{II}} \cdot \cos \gamma; \quad F'_{\text{см}} = m_{\text{вр}} \cdot n_{\text{с}}; \quad R_{\text{см}\alpha} = R_{\text{см}}.$$

3. Расчет подушки на скалывание

Расчет производим согласно п. 5.1 и формуле (53) СНиП II-25–80:

$$T = R_{\text{ск}}^{\text{cp}} \cdot F_{\text{ск}} \geq N_{\text{ск}}; \quad N_{\text{ск}} = N_{\text{II}} \cdot \cos \gamma.$$

Среднее по площадке скалывания расчетное сопротивление древесины скалыванию определяется по формуле

$$R_{\text{ск}}^{\text{cp}} = \frac{R_{\text{ск}}}{1 + \beta \frac{\ell_{\text{ск}}}{e}}.$$

Определяем расчетное сопротивление древесины на скалывание $R_{\text{ск}}$.

Внимание: коэффициент m_{II} для лиственных пород имеет другое значение.

$$\beta = 0,125;$$

$$e - \text{плечо сил скалывания: } e = 0,5 \cdot m_{\text{с}}.$$

Принимаем $\ell_{\text{ск}}$ согласно п. 5.3 СНиП II-25–80 из следующих условий:

$$\ell_{\text{ск}} \leq 10 \cdot m_{\text{вр}}; \quad \ell_{\text{ск}} \geq 3 \cdot e; \quad F_{\text{ск}} = \ell_{\text{ск}} \cdot n_{\text{с}}.$$

Подушка крепится к стойке гвоздями, диаметр, длина и количество которых назначаются конструктивно согласно ГОСТ 4028–63.

Расчет опорного узла

Опираение стойки на бетонный фундамент в опорном узле выполняется через металлический башмак. Между стальными элементами и торцевым обрезом стойки прокладывается гидроизоляция из двух слоев толя на битумной мастике. Для обеспечения возможности поворота опорного сечения срезаются торцы стойки по 3 см с каждой стороны.

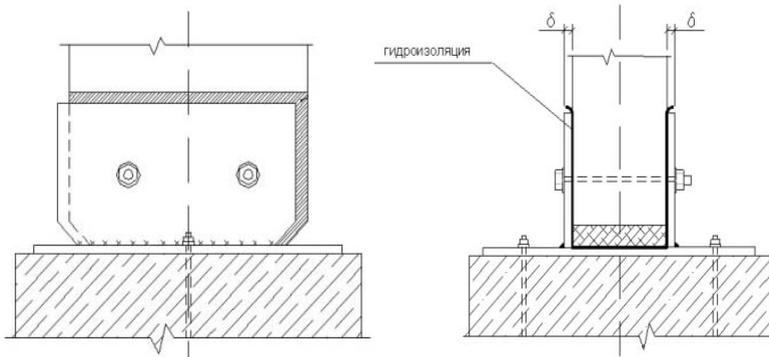


Рис. 18. Опорный узел

1. Расчет торца стойки на смятие

Расчет производим согласно п. 5.1 и формуле (52) СНиП II-25–80:

$$T_{\text{см}} = R_{\text{см}} \cdot F_{\text{см}} \geq N_{\text{см}}; \quad N_{\text{см}} = N_{\text{ВН}};$$

$$F_{\text{см}} = n_c \cdot (m_c - 2 \cdot 3); \quad R_{\text{см}} = R_c.$$

2. Расчет соединительных болтов между фасонками и стойкой полурамы

Болты воспринимают распор H_A и рассчитываются как двухсрезные симметричные нагели в соединении с металлическими накладками толщиной $\delta_{\text{ф}} = 2$ см согласно п. 5.16. Болты принимаем диаметром 2,0 см (2,4 см).

Определение несущей способности нагеля на один шов сплавления:

1) из условия смятия стойки

$$T_{\text{см}} = 0,5 \cdot n_c \cdot d \cdot k_{90} \cdot m_i;$$

2) из условия изгиба нагеля

$$T_{\text{И}} = (1,8 \cdot d^2 + 0,02 \cdot \delta_{\text{ф}}^2) \cdot \sqrt{k_{90} \cdot m_i};$$

$$T_{\text{И}} \leq 2,5 \cdot d^2 \cdot \sqrt{k_{90} \cdot m_i};$$

$$n_{\text{б}} = \frac{N}{T \cdot n_{\text{ш}}},$$

где N – усилие распора; $n_{\text{ш}}$ – число расчетных швов одного нагеля.

3. Расчет анкерных болтов

Анкерные болты диаметром 1,4 см рассчитываются на срез от действия распора $H_{\text{А}}$:

$$\tau = \frac{H_{\text{А}}}{2 \cdot F_{\text{аб}}} \leq R_{\text{ср}},$$

где $F_{\text{аб}}$ – площадь сечения анкерного болта; $R_{\text{ср}} = 13 \text{ кН/см}^2$ – расчетное сопротивление стали на срез:

$$F_{\text{АБ}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{АБ}}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1,4^2}{4} = 1,54 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Толщину стального опорного листа принимаем 2 см, ширину и длину назначаем конструктивно, исходя из размеров стойки.

Заключение

В этом разделе необходимо указать

- сорт используемой древесины;
- предельный процент влажности, допускаемый при изготовлении и эксплуатации деревянных конструкций;
- дополнительное оборудование, необходимое для монтажа несущих конструкций;
- мероприятия по защите от увлажнения, загнивания и возгорания деревянных элементов.

Библиографический список

1. Серов, Е.Н. Проектирование деревянных конструкций : учеб. пособие для студ. вузов / Е.Н. Серов, Ю.Д. Санников, А.Е. Серов ; под ред. Е.Н. Серова. – М. : СПб. : АСВ, 2011. – 534 с.
2. Конструкции из дерева и пластмасс : учеб. для студ. вузов / Э.В. Филимонов [и др.]. – М. : АСВ, 2010. – 422 с.
3. СНиП II-25–80. Деревянные конструкции. – М. : Стройиздат, 2001. – 30 с.
4. СНиП 2.01.07–85*. Нагрузки и воздействия. – М. : ФГУП ЦПП, 2006. – 43 с.
5. Проектирование и расчет деревянных конструкций : справочник / И.М. Гринь [и др.] ; под ред. И.М. Гриня. – Липецк : Интеграл, 2005. – 237 с.

Приложение

Таблица 1

Спецификация конструкции к схемам расположения элементов

185								
20		55		55		15	20	20
15	Марка пози- ции	Обозначение	Наименование	Кол- во	Масса, кгс	Приме- чание		
8								
8								

Таблица 2

Спецификация древесины на раму

185									
15		50		25	25	15	20	20	15
15	Поз.	Наименование	Сечение мм	Длина, мм	Кол- во	Масса, кг ег. всего		Сорт	
8									
8									
8	ИТОГО:								

Таблица 3

Спецификация металлических деталей на раму

15		50		35	30	40		15
15	Поз.	Наименование	Длина, мм	Кол- во	Масса, кг ег. всего		Прим	
	ИТОГО:							