

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВПО
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра СКиГТС

Пояснительная
записка

к курсовой работе по дисциплине
«Деревянные конструкции»
на тему:
«Дощато-клееная рама с наружными
подкосами»

Выполнил:

Ст-т 2 курса, ФМП гр.С441

Халималов А.З.

Проверил:

Устарханов О.М.

Махачкала 2015г.

Содержание

Введение.....	2
1. Задание к курсовому проекту.....	3
2. Фанерная плита покрытия с дощатыми рёбрами.....	4
2.1. Расчёт нагрузок, действующих на плиту покрытия.....	6
2.2. Статический расчёт плиты покрытия.....	7
3. Расчёт нагрузок, действующих на несущую конструкцию.....	9
4. Определение координат характерных сечений рамы.....	10
4.1. Статический расчет рамы.....	10
4.2. Расчет усилий от постоянной нагрузки по всему пролету.....	11
4.3. Расчет усилий от снеговой нагрузки по всему пролету.....	13
4.4. Расчет усилий от снеговой нагрузки на левой полураме (слева и справа)	15
4.5. Определение усилий в характерных сечениях левой и правой полурамы при действии ветровой нагрузки....	18
4.6. Определение расчетных усилий.....	21
5. Подбор сечения рамы.....	23
6. Расчет узлов.....	29
7. Устройство горизонтальных и вертикальных связей.....	33
8. Защита деревянных конструкций от гниения.....	34
9. Защита деревянных конструкций от возгорания.....	35
Список использованной литературы.....	36

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших направлений прогресса строительства, которое ведётся у нас в огромных масштабах, является производство и применение лёгких и эффективных строительных конструкций. Важнейшей проблемой, связанной с производством деревянных конструкций, является рациональное использование деловой древесины. Для решения этой проблемы необходимо изучать физико-механические свойства клееной древесины, улучшать её свойства, совершенствовать методы расчёта и внедрять новые рациональные конструктивные формы, экономично использовать древесину в конструкциях, повышать технологичность изготовления, применять эффективные способы защиты и увеличивать долговечность и надёжность конструкций, определять наиболее рациональные области применения, подготавливать квалифицированные кадры инженеров строителей.

Современные лёгкие, особенно клееные деревянные, конструкции заводского изготовления являются достаточно прочными и долговечными.

Они способны перекрывать большие пролёты и являются стойкими в ряде химически агрессивных сред. Степень их огнестойкости не ниже, чем конструкций из некоторых несгораемых материалов.

Применение деревянных конструкций в нашей стране, богатой лесами, даёт значительный технико-экономический эффект.

1.Задание к курсовому проекту.

Трехшарнирные рамы выполняют, как правило, дощато-клееными прямоугольного, преимущественно переменного по длине стоек и ригелей, поперечного сечения.

В качестве несущей конструкции у нас выступает дощато-клееная рама наружными подкосами двутаврового поперечного сечения и имеет следующие размеры: $L=24\text{м}$; $B=4\text{м}$; $H=4\text{м}$; (рис.1). Район строительства - г. Соликамск. Расчётный снеговой покров 320кгс/м^2 ; Расчётная ветровая нагрузка 30кгс/м^2 ;

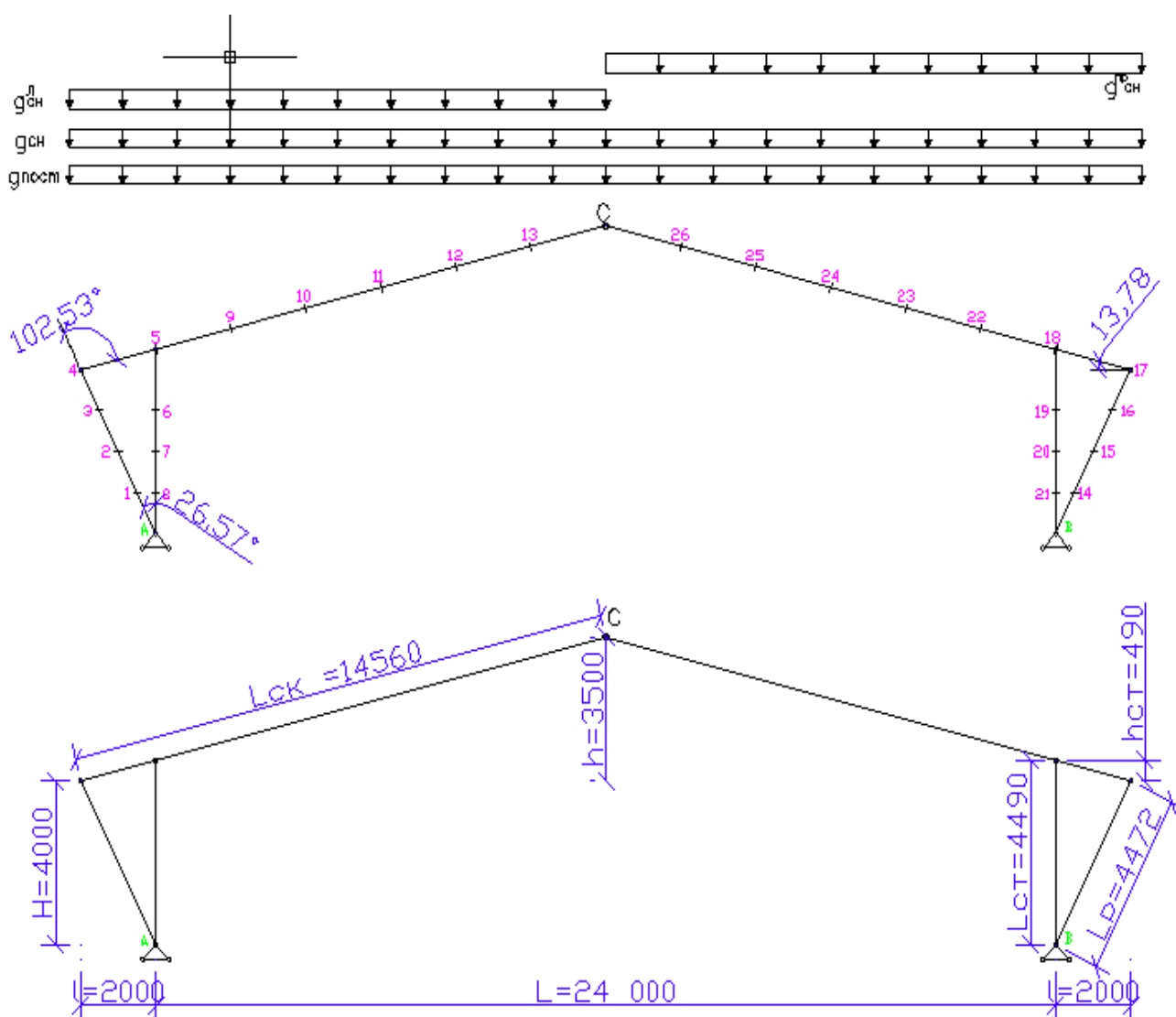


Рис.1. Расчетная схема рамы с характерными точками.

2. Фанерная плита покрытия с дощатыми рёбрами.

Расстояние между смежными стенами не должно быть меньше 20мм, исходя из требования определяем длину плиты:

$$L_{пл} = B - 20\text{мм} = 4000\text{мм} - 20\text{мм} = 3980\text{мм}; \text{ где } B - \text{ шаг между несущими}$$

конструкциями. Аналогично определяем ширину плиты:

$$b = 1500\text{мм} - 10\text{мм} = 1490\text{мм}; \text{ Высоту сечения плиты назначаем из соотношения:}$$

$$h_{пл} = \left(\frac{1}{30} - \frac{1}{40}\right)L_{пл}; \text{ Назначаем высоту плиты } 120\text{мм}. h_{пл} = 120\text{мм}; \text{ Исходя из}$$

требований, что толщина верхней и нижней обшивок должно быть не менее

$$t^e \geq 8\text{мм} \text{ и } t^h \geq 6\text{мм}; \text{ принимаем } t^e = 10\text{мм}; t^h = 8\text{мм}; \text{ Высота рёбер получится}$$

$$h_p = h_{пл} - (t^e + t^h) = 120 - (10 + 8) = 102\text{мм} \text{ (Рис. 1.1).}$$

А)

Б)

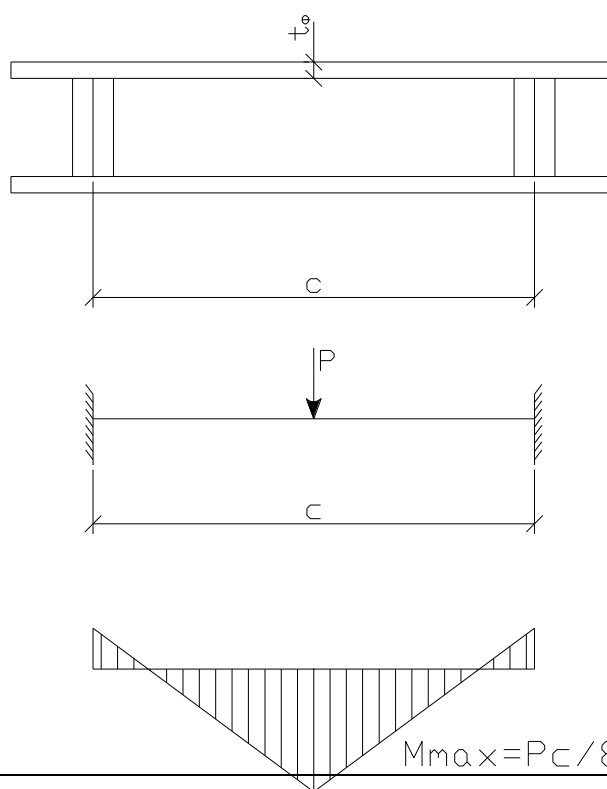
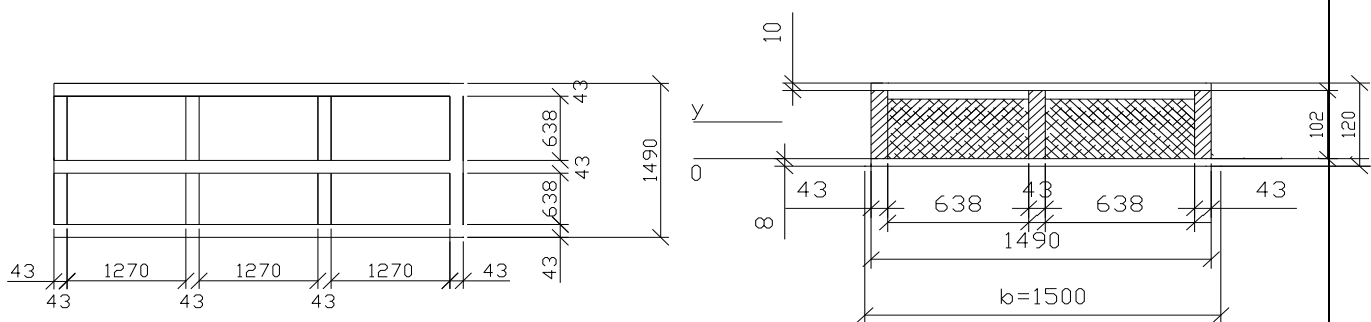


Рис 2. Конструктивные схемы к расчёту клеёфанерной плиты с дощатыми

рёбрами: А)- схема

расположения продольных и поперечных рёбер клеёфанерной плиты

покрытия;

Б)- поперечное

сечение клеёфанерной плиты покрытия.

Продольные рёбра определяем в основном по условию расчёта на изгиб поперёк волокон наружных шпонов верхней фанерной обшивки при действии

сосредоточенной нагрузки 1000Н с коэффициентом перегрузки 1.2.
(Рис.2). Максимальный момент будет

$$M_{\max} = P_c / 8; \text{ Изгибные напряжения}$$

в верхней обшивке поперёк волокон

Рис.2. К расчету расстояния «с» между продольными рёбрами клефанерной плиты покры-я.

$$\text{наружных шпонов фанеры } \sigma_u = \frac{M_{\max}}{W_{\phi}} = \frac{6P_c}{8 * 1000 t_{\phi}^2} = 9 \frac{c}{t_{\phi}^2} \leq m_u R_{uf};$$

Здесь $m_u = 1.2$; Если приравнять

$$\sigma_u = 1.2 R_{uf}, \text{ то } 9 \left(\frac{c}{t_{\phi}^2} \right) \leq 1.2 R_{uf}, \text{ откуда}$$

расстояние между осями рёбер:(рис.2).

$$c \leq 1.3 R_{uf} t_{\phi}^2; \quad c \leq 1.3 * 65 * 1^2 = 84,5 \text{ см};$$

Определяем необходимое количество продольных рёбер:

$$n_{\text{прод.рёб.}} = (b - t_p) / c + 1 = (149 - 4.3) / 84,5 + 1 = 2.7 \approx 3 \text{ шт};$$

Принимаем количество продольных рёбер 3шт и уточняем $c = 72,4 \text{ см};$

$$c_{\text{ym}} = \frac{b - t_p}{n - 1} = \frac{149 - 4,3}{3 - 1} = 72,4; \text{ Листы фанеры со стандартными размерами } 1525 \times$$

1525мм состыковывают на «ус» (рис. 3) в трёх местах по длине плиты. Поперечные рёбра устраивают в торцах плиты и под стыками фанеры для обеспечения прочности стыков.

Количество поперечных рёбер определяется так:

$$n_{\text{попер.рёб}} = \frac{L_{\text{пл}} - t_p}{1525 - 12 t_{\phi}} + 1 = \frac{3980 - 43}{1525 - 12 * 10} + 1 = 3,8 \approx 4 \text{ шт};$$

Принимаем 4 рёбер.

Определяем количество продольных ребер:

$$L' = 1525 - 12 t = 1525 - 12 * 10 = 1405 \text{ мм}$$

$$B = 3980 - 43 = 3937 \text{ мм}$$

$$n = 3937 / 1405 = 3 \text{ отсеков}$$

$$L' = 3937 / 3 - 43 = 1270 \text{ мм}$$

Теплотехнический расчет плиты.

$$\delta_{\text{ym}} = [\{ (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) * n * R_{\text{в}} / \Delta t \} - R_{\text{в}} + R_{\text{н}} + t_2 / \lambda] * \lambda_{\text{ym}} = [\{ (18 + 37) * 1 / (6 * 8,7) \} - 0.115 + 0.044 + 0.008 / 0.15] * 0.09 = 0,0932 \text{ м}$$

$R_{\text{в}}$ - коэффициент сопротивления восприятию тепла внутренней поверхности ограждения=0.115

Δt -нормативный перепад температуры внутри помещения и внутренней поверхности ограждения=6

R_n -коэффициент сопротивления теплоотдаче наружной поверхности=0.044

λ - коэффициент теплопроводности внутренней обшивки =0.15

$\lambda_{ут}$ -коэффициент теплопроводности утеплителя=0.09

Толщину утеплителя принимаем **10см**.

Для удержания утеплителя в проектном положении нет в необходимости установки решёток из брусков.

2.1.Расчёт нагрузок, действующих на плиту покрытия.

1.Нормативная нагрузка от собственного веса утеплителя:

а) Рёбра каркаса $(0.043*0.102*3.98*3+0.043*0.102*0.638*8)*500/100*3.98=$
 $=0.094$ кН/м;

б) Фанерные полки $(0.010+0.008)*1.5*3.98*700/100*3.98=0.189$ кН/м;

в) Нормативный вес прижимных брусков.

$$q_{\text{приж}}^H=0 \text{ кН/м}$$

2. Нормативная нагрузка от веса утеплителя:

$$0.638*1.270*0.05*100*6/3.98*100=0.061 \text{ кН/м};$$

3. Рубероидная кровля: $0.1*1.5=0.15$ кН/м; (трёхслойный рубероид)

4. Нормативная снеговая нагрузка $2,24*1.5=3,36$ кН/м;

Все нагрузки, действующие на плиту, приведены ниже в таблице 1.

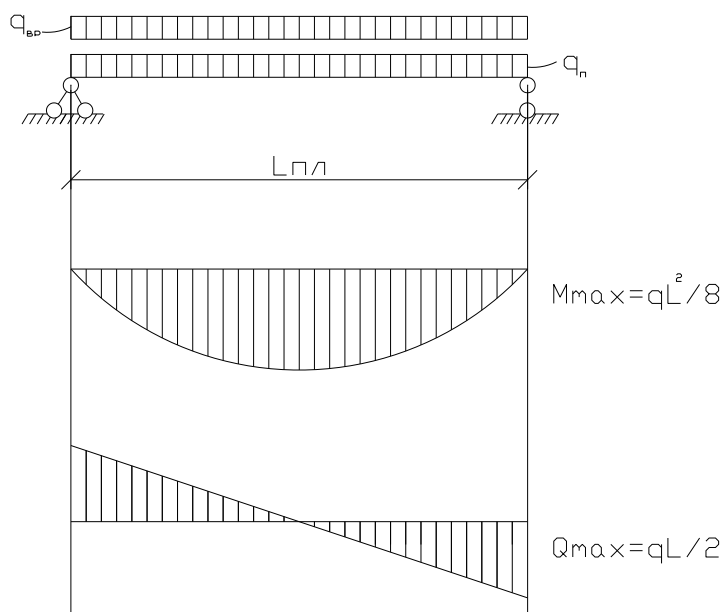
Нагрузки на плиту

Таблица 1.

Подсчёт нагрузок	Нормативная кН/м	n (коэфф. перегрузки)	Расчётная кН/м
Рубероидная кровля	0.15	1.3	0.20
Фанерные полки	0.189	1.1	0.21
Рёбра	0.094	1.1	0.11
Прижимные бруски	0.0	1.1	0.0
Утеплитель	0.061	1.2	0.073

Постоянная	0.5	-	0.59
Снеговая	2,24	1.4	3,2
Полная	2,74	-	3,79

2.2. Статический расчёт плиты покрытия.



Расчётная схема плиты покрытия представляет собой шарнирно-опёртую балку на двух опорах (рис.4).

Расчётные усилия в плите равны:

$$M = \frac{qL^2}{8} = 3,79 \cdot \frac{3,92^2}{8} = 7,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{qL}{2} = 3,79 \cdot \frac{3,92}{2} = 7,4 \text{ кН}; \text{ где}$$

расчётный пролёт плиты

$$L = 3,98 - 0,06 = 3,92 \text{ м};$$

Геометрические характеристики поперечного сечения плиты $c=84,5$ см; $L=392 > 6c=3 \cdot 84,5=253,8$ см; Приведённая ширина

Рис.4 Расчётная схема

полки, см; $b_{расч} = 0,9 \cdot 149 = 134,1$; Расчёт ведём по приведённым к верхней полке геометрическим характеристикам.

Отношение модулей упругости древесины и фанеры: $E / E_{\phi} = 10000 / 9000 = 1,11$.

Приведённая площадь сечения :

$$F_{прив} = F_{ф.н.} + F_{ф.в.} + F_p = 134,1 \cdot 0,8 + 134,1 \cdot 1 + 4,3 \cdot 3 \cdot 10,2 \cdot 1,1 = 134,1 + 107,28 + 144,74 = 386,12 \text{ см}^2; \text{ где } F_{ф.н.}; F_{ф.в.}; F_p - \text{расчётная площадь нижней, верхней обшивок соответственно. Приведённый статический момент сечения относительно нижней грани плиты (ось 0-0):}$$

$$S_{np} = F_{ф.н.} \cdot t_n / 2 + F_{ф.в.} (h - t_v / 2) + F_p (h_p / 2 + t_n) = 107,28 \cdot 0,4 + 134,1 \cdot 11,5 + 144,74 \cdot (5,1 + 0,8) =$$

$$= 42,91 + 1542,15 + 854,9 = 2439 \text{ см}^3; \text{ где } t_n; t_v - \text{толщины верхней и нижней обшивок;}$$

Расстояние от нижней грани плиты (ось 0-0) до центра тяжести сечения (ось у-у)

$$y_0 = \frac{S_{np}}{F_{прив}} = \frac{2439}{386,12} = 6,32 \text{ см}; \text{ расстояние верхней грани плиты до центра}$$

тяжести

$$h - y_0 = 12,0 - 6,3 = 5,7 \text{ см}; \text{ Приведённый момент инерции находим:}$$

Приведённый момент инерции находим:

$$I_{np\text{в}} = F_{\phi.\text{н.}}(y_0 - \frac{c^2}{2})^2 + F_{\phi.\text{с.}}((h - y_0) - \frac{t^2}{2})^2 + \sum t_p * \frac{h_p^3}{12} \frac{E}{E_{\phi}} + F_p(y_0 - (\frac{h_p}{2} + t_n))^2 \frac{E}{E_{\phi}} = 107,28 * \\ * (6,3 - 0,4)^2 + 134,1 * (5,7 - 0,5)^2 + 3 * 4,3 * \frac{10,2^3}{12} 1,11 + 144,74 * (6,3 - 5,9)^2 * 1,11 = 3734,42 + \\ + 3626,1 + 1266,3 + 25,7 = 8652,47 \text{ см}^4;$$

Моменты сопротивления определяем по формулам:

$$W_{np}^{\text{н}} = \frac{I_{np}}{y_0} = \frac{8652,47}{6,3} = 1373,41 \text{ см}^3; \quad W_{np}^{\text{с}} = \frac{I_{np}}{h - y_0} = \frac{8652,47}{5,7} = 1518 \text{ см}^3;$$

Прочность нижней полки определяем по формуле:

$$\sigma_{np}^{\text{с}} = \frac{M}{W_{np}^{\text{н}}} = \frac{730}{1373,41} = 0,53 \text{ кН / см}^2 = 5,3 \text{ МПа} \leq R_{\phi.p} K_{\phi} / \gamma_n = 14 * 0,6 / 0,95 = 8,8 \text{ МПа};$$

Устойчивость верхней полки определяем по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{\phi_{\phi} * W_{np}^{\text{с}}} = \frac{730}{1518} / 0,307 = 1,18 \text{ кН / см}^2 = 11,8 \text{ МПа} \leq R_{\phi.c.} / \gamma_n = 12 / 0,95 = 12,65 \text{ МПа}; \text{ где}$$

$$\text{при } b_0 / t_{\phi} = 63,8 / 1 = 63,8 > 50; \quad \phi_{\phi} = \frac{1250}{(b_0 / t_{\phi})^2} = \frac{1250}{(63,8 / 1)^2} = 0,307; \text{ Проверка верхней}$$

полки на местный изгиб:

$$\sigma = \frac{6P_c}{(8 * 100 t^2)} = 6 * 1,2 * \frac{84,5}{(8 * 100 * 1^2)} = 0,76 \text{ кН / см}^2 = 7,6 \text{ МПа} \leq R_{\phi.u.90} m_n / \gamma_n = 6,5 * 1,2 /$$

/ 0,95 = 8,2 МПа; Напряжения скалывания в шве между шпонами фанеры верхней полки:

$$\tau_{\phi} = \frac{QS_{\phi}}{I_{np} \sum b_p} = \frac{7,4 * 697,32}{8653 * 3 * 4,3} = 0,046 \text{ кН / см}^2 = 0,46 \text{ МПа} \leq R_{\phi.ck.} / \gamma_n = 0,84 /$$

/ 0,95 = 0,89 МПа, где $S_{\phi} = 134,1(5,7 - 0,5) = 697,32 \text{ см}^3$; По скалыванию рёбер:

$$\tau = \frac{QS_{np}}{I_{np} \sum b_p} = \frac{7,4 * 855,5}{8653 * 3 * 4,3} = 0,056 \text{ кН / см}^2 = 0,56 \text{ МПа} \leq R_{ck} / \gamma_n = 1,6 / 0,95 = 1,68 \text{ МПа};$$

$$S_{np} = t^{\text{с}} * b_{np} (y - \frac{t^{\text{с}}}{2}) + n_{np.p\text{рёб}} [t_p (y - t^{\text{с}}) * (y - t^{\text{с}}) / 2] \frac{E}{E_{\phi}} = 1 * 134,1(5,7 - \frac{1}{2}) + 3 *$$

$$* [4,3(5,7 - 1)(5,7 - 1) / 2] * 1,11 = 697,3 + 158,15 = 855,5 \text{ см}^3; \text{ где } y = h - y_0;$$

Прогиб плиты определяем по формуле:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q'' * l^3}{384 * 0,7 E_{\phi} I_{np}} = \frac{5 * 2,74 * 392^3}{384 * 0,7 * 90000 * 8653} = \frac{1}{254} \leq f_{np} = \frac{1}{250 * 0,95} = \frac{1}{237,5};$$

Плита с выбранными размерами соответствует требованиям расчета по 2-м группам предельных состояний.

Дощато-клееная рама с наружным подкосом.

L=24 м; B=4 м; H=4.0 м; Район строительства г. Соликамск.

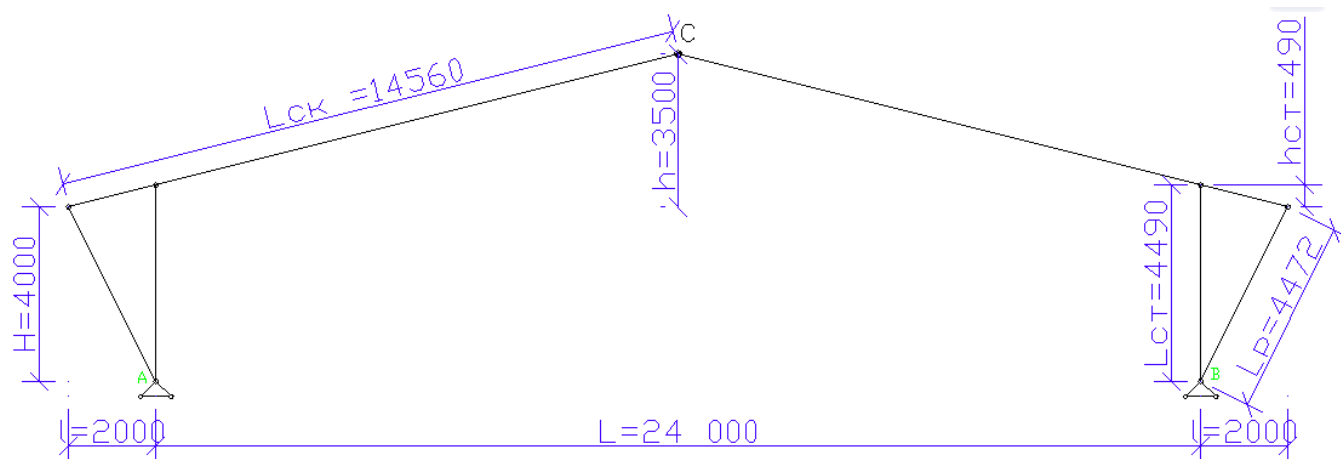


Рис.5. Дощато-клееная рама с наружным подкосом.

Расчётный снеговой покров 320 кгс/м^2

Ветровое давление 30 кгс/м^2

3. Определение расчётных нагрузок.

-Снеговая нагрузка- $q_{сн}^p = 3,2 \text{ кН/м}^2$; $q_{сн}^h = 3,2/1,4 = 2,29$
 $q_{сн} = q_{сн}^p * B * n * c = 2,29 * 4 * 1,4 * 1 = 12,8 \text{ кН/м}$; $q_{сн}^{лв} = q_{сн}^h * 1,25 = 2,29 * 1,25 = 2,86 \text{ кН/м}$

-Постоянная нагрузка- $q_{пост}^h = 0,59/1,5 = 0,39 \text{ кН/м}^2$; $q_{н.к}^h = \frac{q_{пост}^h + q_{сн}^h}{\frac{1000}{l * K_{св.л}} - 1}$
 $= \frac{0,39 + 2,29}{\frac{1000}{5 * 24} - 1} = 0,367 \text{ кН/м}^2$; $q_{пост} = (q_{н.к}^h + q_{пост}^h) * B * n = (0,367 + 0,39) * 4 * 1,2 = 3,68 \text{ кН/м}$

-Ветровая нагрузка- $p_{вн} = 0,3 \text{ кН/м}^2$;
 $q_{вн} = p_{вн}^p * B * n = 0,3 * 4 * 1,2 = 1,44 \text{ кН/м}$

4.1.Разбеваем раму на точки в характерных сечениях.

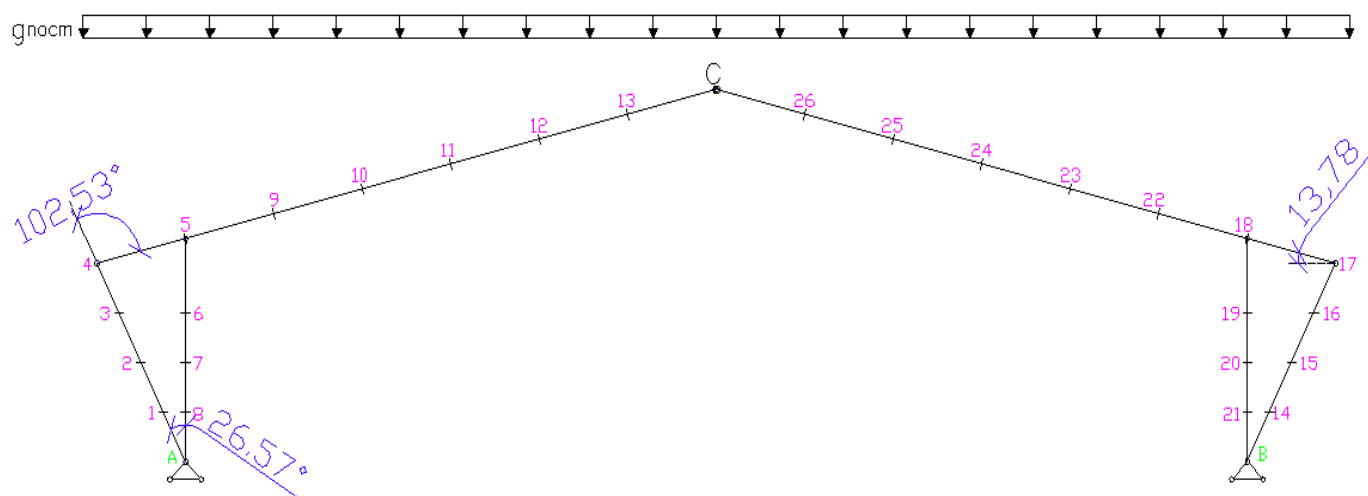


Рис.6. Расчетная схема рамы с характерными точками.

Определяем координаты точек :

№ точки	координаты (м)	
	X	Y
A	0	0
1	1,52	1
2	1,04	2
3	0,56	3
4	0	4
5	2	4,49
6	2	3
7	2	2
8	2	1
9	4	4,98
10	6	5,47
11	8	5,96
12	10	6,45
13	12	6,94
C	14	7,5
14	1,52	1
15	1,04	2
16	0,56	3
17	0	4
18	2	4,49
19	2	3
20	2	2
21	2	1
22	4	4,98
23	6	5,47
24	8	5,96
25	10	6,45
26	12	6,94
B	0	0

Таблица 1

4.2. Расчет усилий от постоянной нагрузки.

Постоянно действующая нагрузка на раму $q=3,68 \text{ кН/м}$;

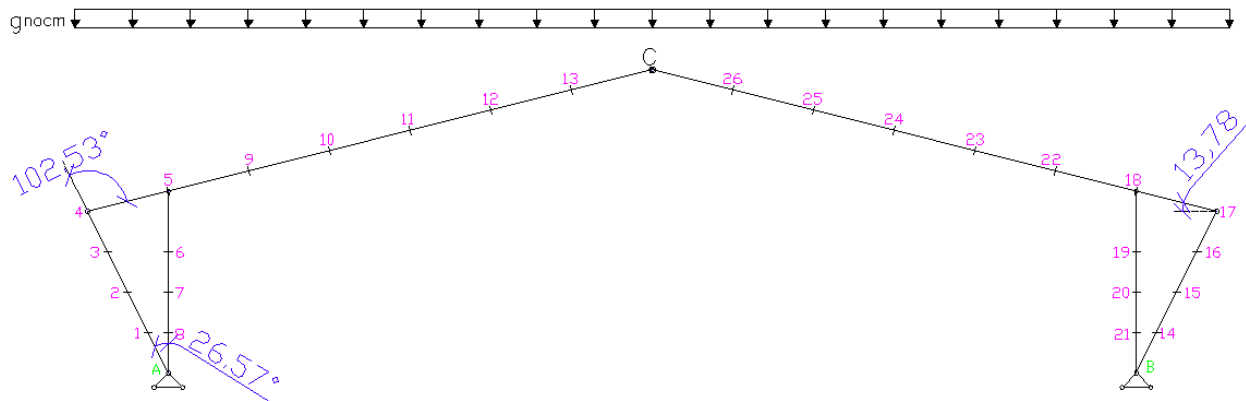


Рис7.

Реакции опор:

$$R_A = R_B = q_{\text{пост}} * (L+1)^2 - l^2 / (2 * L) = 3,68 * (26^2 - 2^2) / (2 * 24) = 51,52 \text{ кН}$$

$$H_A = H_B = (R_A * L/2 - q_{\text{пост}} * (L/2 + 1)^2 / 2) / H_p = (51,52 * 12 - 3,68 * 84,5) / 7,5 = 34,35 \text{ кН}$$

Изгибающие моменты соответствующих сечений:

$$M_1 = 0 \quad M_6 = 0$$

$$M_4 = 0 \quad M_8 = 0$$

$$M_{5\text{слева}} = -H_A * l_{\text{ст}} - q_{\text{пост}} \frac{x_2}{2} = -161,6 \text{ кН}$$

$$M_9 = -H_A * Y_9 - q_{\text{пост}} \frac{x_9}{2} + R_A * (X_9 - X_5) = -97,45 \text{ кН}$$

$$M_{13} = -H_A * Y_{13} - q_{\text{пост}} \frac{x_{13}}{2} + R_A * (X_{13} - X_5) = 11,87 \text{ кН}$$

Продольные усилия:

$$N_{A-4} = H / \sin \beta = 76,8 \text{ кН} \quad N_{A-5} = -N_{A-4} * \cos \beta - R_A = -120,21 \text{ кН}$$

$$N_1 = N_2 = N_3 = N_{A-4} = 76,8 \text{ кН} \quad N_4 = -N_{A-4} * \cos Y = -16,38 \text{ кН}$$

$$N_{5\text{слева}} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{\text{пост}} * x_5 * \sin \alpha = -18,15 \text{ кН}$$

$$N_{5\text{слева}} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{\text{пост}} * x_5 * \sin \alpha + N_{A-5} * \sin \alpha = -47,04 \text{ кН}$$

$$N_6 = N_7 = N_8 = N_{\text{стойки}} = -120,21 \text{ кН}$$

$$N_{13} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{\text{пост}} * x_{13} * \sin \alpha + N_{A-5} * \sin \alpha = -46,19 \text{ кН}$$

Перечные усилия:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = 0 \quad Q_4 = N_{A-4} * \sin Y = 75,04 \text{ кН}$$

$$Q_{5\text{слева}} = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{пост}} * x_5 * \cos \alpha = 65.89 \text{ кН}$$

$$Q_{5\text{справа}} = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{пост}} * x_5 * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -48.8 \text{ кН}$$

$$Q_9 = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{пост}} * x_9 * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -55.94 \text{ кН}$$

$$Q_{13} = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{пост}} * x_{13} * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -84.52 \text{ кН}$$

Полный расчет усилий в сечениях от постоянной нагрузки представлен в таблице 1,2.

№ точки	усилия от постоянной		
	N кН	M кН*м	Q кН
A	51,52	0	0
1	76,801	0	0
2	76,801	0	0
3	76,801	0	0
4	-16,377	0	75,035
5сл	-18,146	-161,58	67,891
5сп	-47,043	-161,58	-48,798
6	-120,21	0	0
7	-120,21	0	0
8	-120,21	0	0
9	-54,12	-97,446	-55,942
10	-55,889	-48,036	-63,086
11	-57,659	-13,346	-70,23
12	-46,619	6,624	-77,374
13	-46,194	11,874	-84,519
C	-45,769	0	-91,663
14	76,801	0	0
15	76,801	0	0
16	76,801	0	0
17	-16,377	0	75,035
18 сп	-18,146	-161,58	67,891
18сл	-47,043	-161,58	-48,798
19	-120,21	0	0
20	-120,21	0	0
21	-120,21	0	0
22	-54,12	-97,446	-55,942
23	-55,889	-48,036	-63,086
24	-57,659	-13,346	-70,23
25	-46,619	6,624	-77,374
26	-46,194	11,874	-84,519
B	51,52	0	0

таблица 2

4.3. Расчет усилий от снеговой нагрузки, действующей на весь пролет.

Снеговая нагрузка на раму $q=12,8 \text{ кН/м}$;

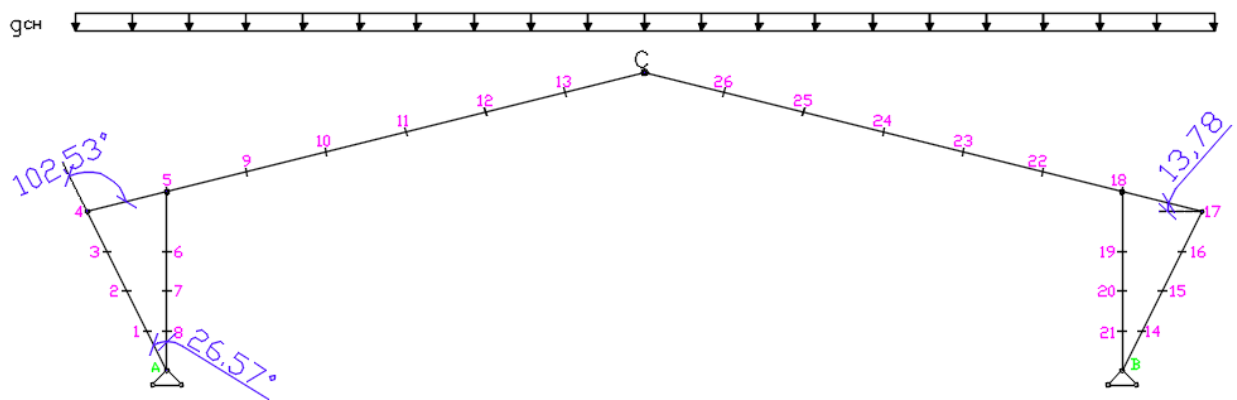


Рис.7. Дощато-клееная рама с внутренним подкосом.

Реакции опор:

$$R_A = R_B = q_{\text{пост}} * (L+1)^2 - l^2 / (2 * L) = 3,68 * (26^2 - 2^2) / (2 * 24) = 179,2 \text{ кН}$$

$$H_A = H_B = (R_A * L/2 - q_{\text{пост}} * (L/2 + 1)^2 / 2) / H_p = (51,52 * 12 - 3,68 * 84,5) / 7,5 = 119,47 \text{ кН}$$

Изгибающие моменты соответствующих сечений:

$$M_1 = 0 \quad M_6 = 0$$

$$M_4 = 0 \quad M_8 = 0$$

$$M_{5\text{слева}} = -H_A * l_{\text{ст}} - q_{\text{пост}} * \frac{x_5}{2} = -562 \text{ кН}$$

$$M_9 = -H_A * Y_9 - q_{\text{пост}} * \frac{x_9}{2} + R_A * (X_9 - X_5) = -338,9 \text{ кН}$$

$$M_{13} = -H_A * Y_{13} - q_{\text{пост}} * \frac{x_{13}}{2} + R_A * (X_{13} - X_5) = 41,3 \text{ кН}$$

Продольные усилия:

$$N_{A-4} = H / \sin \beta = 267,14 \text{ кН} \quad N_{A-5} = -N_{A-4} * \cos \beta - R_A = -418,1 \text{ кН}$$

$$N_1 = N_2 = N_3 = N_{A-4} = 267,14 \text{ кН} \quad N_4 = -N_{A-4} * \cos Y = -56,96 \text{ кН}$$

$$N_{5\text{слева}} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{\text{пост}} * x_5 * \sin \alpha = -63,12 \text{ кН}$$

$$N_{5\text{слева}} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{\text{пост}} * x_5 * \sin \alpha + N_{A-5} * \sin \alpha = -163,6 \text{ кН}$$

$$N_6 = N_7 = N_8 = N_{\text{стойки}} = -418,1 \text{ кН}$$

$$N_{13} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{\text{пост}} * x_{13} * \sin \alpha + N_{A-5} * \sin \alpha = -160,7 \text{ кН}$$

Перечные усилия:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = 0 \quad Q_4 = N_{A-4} * \sin Y = 261 \text{ кН}$$

$$Q_{5\text{слева}} = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{норм}} * x_5 * \cos \alpha = 236,14 \text{ кН}$$

$$Q_{5\text{справа}} = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{норм}} * x_5 * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -169,7 \text{ кН}$$

$$Q_9 = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{норм}} * x_9 * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -194,6 \text{ кН}$$

$$Q_{13} = N_{A-4} * \sin Y + q_{\text{норм}} * x_{13} * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -318,8 \text{ кН}$$

Полный расчет усилий в сечений от постоянной снеговой нагрузки по всему пролету представлен в таблице 3.

№ точки	усилия от постоянной		
	N кН	M кН*м	Q кН
A	179,2	0	0
1	267,14	0	0
2	267,14	0	0
3	267,14	0	0
4	-56,964	0	260,99
5сл	-63,118	-562,01	236,14
5сп	-163,63	-562,01	-169,73
6	-418,13	0	0
7	-418,13	0	0
8	-418,13	0	0
9	-188,24	-338,94	-194,58
10	-194,4	-167,08	-219,43
11	-200,55	-46,421	-244,28
12	-162,15	23,04	-269,13
13	-160,68	41,301	-293,98
C	-159,2	0	-318,83
14	267,14	0	0
15	267,14	0	0
16	267,14	0	0
17	-56,964	0	260,99
18 сл	-63,118	-562,01	236,14
18сл	-163,63	-562,01	-169,73
19	-418,13	0	0
20	-418,13	0	0
21	-418,13	0	0
22	-188,24	-338,94	-194,58
23	-194,4	-167,08	-219,43
24	-200,55	-46,421	-244,28
25	-162,15	23,04	-269,13
26	-160,68	41,301	-293,98
B	179,2	0	0

таблица 3.

4.4. Расчет усилий от снеговой нагрузки, действующей слева и справа пролета.

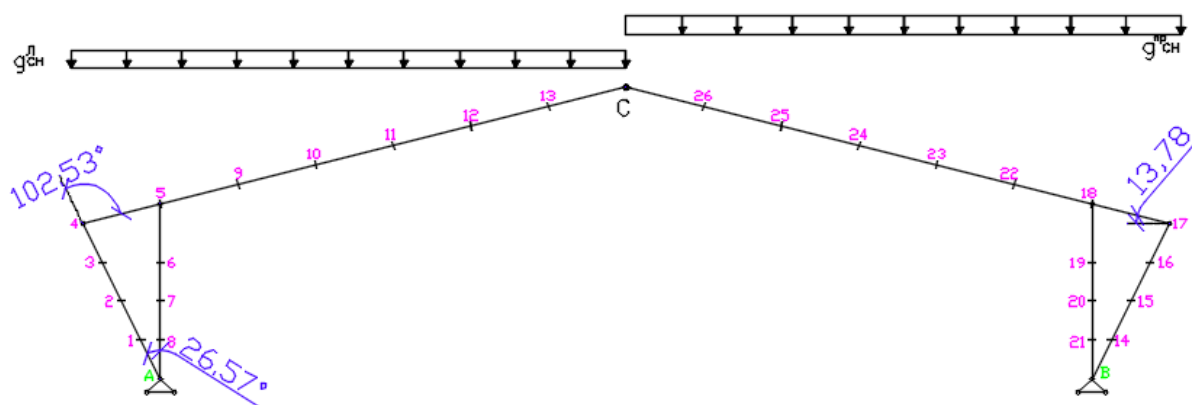


Рис.8. Дощато-клееная рама с внешним подкосом.

Реакции опор:

$$R'_A = q_{сн} * (1 + L/2) * ((1 + L/2)/2 + L/2) / L = 177.33 \text{ кН}$$

$$R'_B = q_{сн} * (L * L/4 - 1 * l/2) / L = 94.667 \text{ кН}$$

$$H'_A = (R_A * L/2 - q_{сн} * (L/2 - l)^2/2) / h = 74.67 \text{ кН}$$

$$H'_B = R_B * L/2 / h = 151.47 \text{ кН}$$

Изгибающие моменты соответствующих сечений:

$$M_1 = 0 \quad M_{14} = 0 \quad M_6 = 0 \quad M_{19} = 0$$

$$M_4 = 0 \quad M_{17} = 0 \quad M_8 = 0 \quad M_{21} = 0$$

$$M_{5\text{слева}} = Q_{раск(x)a} * l_{cm} - q_{ном} \frac{x_5}{2} = -367.3 \text{ кН} \quad M_{5\text{справа}} = -H_A * l_{cm} - q_{ном} \frac{x_5}{2} = -367.3 \text{ кН}$$

$$M_9 = -H_A * Y_9 - q_{ном} \frac{x_9}{2} + R_A * (X_9 - X_5) = -145.2 \text{ кН}$$

$$M_{13} = -H_A * Y_{13} - q_{ном} \frac{x_{13}}{2} + R_A * (X_{13} - X_5) = 103.15 \text{ кН}$$

$$M_{18\text{слева}} = Q_{раск(x)b} * l_{cm} = -680.1 \text{ кН} \quad M_{18\text{справа}} = -H_B * l_{cm} = -680.1 \text{ кН}$$

$$M_{22} = -H_B * Y_{22} + R_B * (X_{22} - X_{18}) = -565 \text{ кН}$$

$$M_{26} = -H_B * Y_{26} + R_B * (X_{26} - X_{18}) = -104.5 \text{ кН}$$

Продольные усилия:

$$N_{A-4} = H / \sin \beta = 167 \text{ кН} \quad N_{A-5} = -N_{A-4} * \cos \beta - R_A = -252 \text{ кН}$$

$$N_1 = N_2 = N_3 = N_{A-4} = 167 \text{ кН} \quad N_4 = -N_{A-4} * \cos Y = -35.6 \text{ кН}$$

$$N_{5\text{слева}} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{ном} * x_5 * \sin \alpha = -43.29 \text{ кН}$$

$$N_{5\text{справа}} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{ном} * x_5 * \sin \alpha + N_{A-5} * \sin \alpha = -103.9 \text{ кН}$$

$$N_6 = N_7 = N_8 = N_{стойки} = -252 \text{ кН}$$

$$N_{13} = -N_{A-4} * \cos Y - q_{ном} * x_{13} * \sin \alpha + N_{A-5} * \sin \alpha = -142.3 \text{ кН}$$

$$N_{B-17} = H / \sin \beta = 338.69 \text{ кН} \quad N_{B-18} = -N_{B-17} * \cos \beta - R_B = -246.1 \text{ кН}$$

$$\begin{aligned}
N_{14} &= N_{15} = N_{16} = N_{B-17} = 339 \text{ кН} & N_{17} &= -N_{B-17} * \cos Y = -72,22 \text{ кН} \\
N_{18\text{слева}} &= -N_{B-17} * \cos Y = -72,22 \text{ кН} \\
N_{18\text{справа}} &= -N_{B-17} * \cos Y + N_{B-18} * \sin \alpha = -131,4 \text{ кН} \\
N_{19} &= N_{20} = N_{21} = N_{стойки} = -246,1 \text{ кН} \\
N_{26} &= -N_{B-17} * \cos Y + N_{B-18} * \sin \alpha = -131,4 \text{ кН}
\end{aligned}$$

Перечные усилия:

$$\begin{aligned}
Q_1 &= Q_2 = Q_3 = Q_{6-8} = 0 & Q_4 &= N_{A-4} * \sin Y = 163,12 \text{ кН} \\
Q_{5\text{слева}} &= N_{A-4} * \sin Y + q_{носм} * x_5 * \cos \alpha = 132,1 \text{ кН} \\
Q_{5\text{справа}} &= N_{A-4} * \sin Y + q_{носм} * x_5 * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -112,55 \text{ кН} \\
Q_9 &= N_{A-4} * \sin Y + q_{носм} * x_9 * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -143,62 \text{ кН} \\
Q_{13} &= N_{A-4} * \sin Y + q_{носм} * x_{13} * \cos \alpha + N_{A-5} * \cos \alpha = -299 \text{ кН} \\
\\
Q_{14} &= Q_{15} = Q_{16} = Q_{19-21} = 0 & Q_{17} &= N_{B-17} * \sin Y = 33 \text{ кН} \\
Q_{18\text{слева}} &= N_{B-17} * \sin Y = 33 \text{ кН} \\
Q_{18\text{справа}} &= N_{B-17} * \sin Y + N_{B-18} * \cos \alpha = 92 \text{ кН} & Q_{26} &= N_{B-17} * \sin Y + N_{B-18} * \cos \alpha = 92 \text{ кН}
\end{aligned}$$

Полный расчет усилий в сечений от левой и правой снеговой нагрузки по всему пролету представлен в таблице 4.

№ точки	усилия при лев. Снег.			усилия при прав. Снег.		
	N кН	M кН*м	Q кН	N кН	M кН*м	Q кН
A	177,33	0	0	94,6667	0	0
1	166,96	0	0	338,69	0	0
2	166,96	0	0	338,69	0	0
3	166,96	0	0	338,69	0	0
4	-35,602	0	163,1197	-72,222	0	330,9
5сл	-43,295	-367,25	132,058	-72,222	-680,09	330,9
5сп	-103,87	-367,25	-112,553	-131,39	-680,09	91,9835
6	-252	0	0	-246,13	0	0
7	-252	0	0	-246,13	0	0
8	-252	0	0	-246,13	0	0
9	-111,56	-145,17	-143,615	-131,39	-564,97	91,9835
10	-119,25	12,907	-174,676	-131,39	-449,86	91,9835
11	-126,95	106,99	-205,738	-131,39	-334,74	91,9835
12	-134,64	137,07	-236,8	-131,39	-219,63	91,9835
13	-142,33	103,15	-267,862	-131,39	-104,51	91,9835
C	-150,02	0	-298,923	-150,02	0	-298,92
14	338,69	0	0	166,96	0	0
15	338,69	0	0	166,96	0	0
16	338,69	0	0	166,96	0	0
17	-72,222	0	330,8999	-35,602	0	0
18 сл	-72,222	-680,09	330,8999	-43,295	-367,25	132,058
18 сп	-131,39	-680,09	91,98353	-103,87	-367,25	-112,55
19	-246,13	0	0	-252	0	0
20	-246,13	0	0	-252	0	0
21	-246,13	0	0	-252	0	0
22	-131,39	-564,97	91,98353	-111,56	-145,17	-143,61
23	-131,39	-449,86	91,98353	-119,25	12,9067	-174,68
24	-131,39	-334,74	91,98353	-126,95	106,987	-205,74
25	-131,39	-219,63	91,98353	-134,64	137,067	-236,8
26	-131,39	-104,51	91,98353	-142,33	103,147	-267,86
B	94,667	0	0	177,333	0	0

Таблица №4

4.5. Расчет усилий от ветровой нагрузки, действующей на раму.

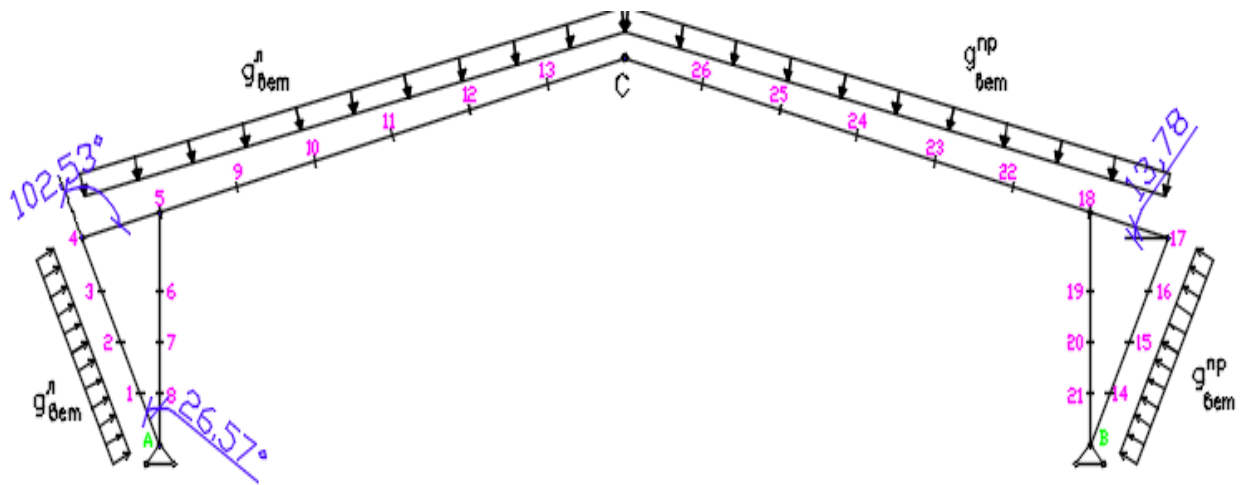


Рис.9. Расчетная схема рамы с характерными точками, для расчета ветровой нагрузки.

Аэродинамические коэффициенты находим по интерполяции из СНиП:

$$C_{e1} = 0,8 \quad C_{e2} = -0,5 \quad C_{e3} = 0,2 \quad C_{e4} = -0,4.$$

Расчетная ветровая нагрузка:

Слева:

$$\text{в раскосе} - q^l_{раск} = q^p_{вет} * C_e * n * B = 0,8 * 1,2 * 0,3 * 4 = 1,15 \text{ кН/м}$$

$$\text{в ригеле} - q^l_p = q^p_{вет} * C_e * n * B = 0,2 * 1,2 * 0,3 * 4 = 0,3 \text{ кН/м}$$

Справа:

$$\text{в стойке} - q^{np}_{рас} = q^p_{вет} * C_e * n * B = -0,5 * 1,2 * 0,3 * 4 = -0,72 \text{ кН/м}$$

$$\text{в ригеле} - q^{np}_p = q^p_{вет} * C_e * n * B = -0,4 * 1,2 * 0,3 * 4 = -0,58 \text{ кН/м}$$

Разбиваем ветровую нагрузку в ригеле на 2 составляющие, вертикальную и горизонтальную.

Реакции опор: β

$$\begin{aligned} R_B^B = & (q^l_{рас} * \sin \beta * l_{рас} * l / 2 + q^l_{рас} * \cos \beta * l_{рас} * H / 2 + q^l_p * \cos \alpha * (L / 4 + l / 2) * l_{риг} + \\ & + q^l_p * \sin \alpha * (H + h / 2) * l_{риг} + q^{np}_p * \cos \alpha * (L / 4 + L / 2) * l_{риг} - q^{np}_p * \sin \alpha * (H + h / 2) * l_{риг} - \\ & - q^{np}_{рас} * \cos \beta * l_{рас} * H / 2 - q^{np}_{рас} * \sin \beta * l_{рас} * (L + l / 2)) = -1,97 \text{ кН} \end{aligned}$$

$$R_A^B = -2,79 \text{ кН} \quad H_A^B = -7,54 \text{ кН} \quad H_B^B = 4,25 \text{ кН}$$

Полный расчет усилий в сечений при ветровой нагрузки слева-направо и справа-налево по всему пролету представлен в таблице 5.

№ точки	усилия при ветровой с сл-напр			усилия при ветровой с пр-нал		
	N кН	M кН*м	Q кН	N кН	M кН*м	Q кН
A	-2,7909	0	0	-1,973886	0	0
1	-16,8551	0,903168	1,442532	9,511676	-0,56448	-2,447153
2	-16,8551	3,115008	2,678988	9,511676	-1,94688	-1,674368
3	-16,8551	6,653952	3,915444	9,511676	-4,15872	-0,901583
4	3,594169	11,52	-16,46743	-0,907067	-7,2	9,2929075
5сл	3,594169	7,59841386	-16,60589	-2,028263	-2,417653	10,411129
5сп	6,077	7,59841386	-6,580011	-2,576299	-2,417653	8,1981135
6	10,32873	0	0	-2,279865	0	0
7	10,32873	0	0	-2,279865	0	0
8	10,32873	0	0	-2,279865	0	0
9	6,077	21,1672539	-6,718471	-2,576299	-14,10613	9,3163353
10	6,077	90,9211583	-6,85693	-2,576299	-55,74566	10,434557
11	6,077	-22,648747	-6,995389	-2,576299	7,823517	11,552779
12	6,077	68,7938632	-7,133849	-2,576299	-42,54473	12,671001
13	6,077	-43,18545	-7,272308	-2,576299	23,63751	13,789222
C	6,077	0	-7,410768	6,077	0	-7,410768
14	9,511676	-0,56448	-2,447153	-16,8551	0	0
15	9,511676	-1,94688	-1,674368	-16,8551	0,903168	1,4425322
16	9,511676	-4,15872	-0,901583	-16,8551	3,115008	2,6789883
17	-0,90707	-7,2	9,292908	3,594169	6,653952	3,9154445
18 сл	-2,02826	-2,4176534	10,41113	3,594169	7,598414	-16,60589
18 сп	-2,5763	-2,4176534	8,198114	6,077	7,598414	-6,580011
19	-2,27986	0	0	10,32873	0	0
20	-2,27986	0	0	10,32873	0	0
21	-2,27986	0	0	10,32873	0	0
22	-2,5763	-14,106132	9,316335	6,077	21,16725	-6,718471
23	-2,5763	-55,745658	10,43456	6,077	90,92116	-6,85693
24	-2,5763	7,82351713	11,55278	6,077	-22,64875	-6,995389
25	-2,5763	-42,544726	12,671	6,077	68,79386	-7,133849
26	-2,5763	23,637507	13,78922	6,077	-43,18545	-7,272308
B	-1,97389	0	0	-2,790903	0	0

Таблица №5.

Данные расчетов заносим в таблицу 6. По полученным значениям составляем сочетания в таблице7 : постоянная + 90%(снеговой и ветровой): $N_{соч}=N_{пост} + 0,9(N_{снeг} + N_{ветр})$.

№ точки	1			2			3			4			5			6		
	усилия от постоянной			усилия пост. Снеговой			усилия при лев. Снег.			усилия при прав. Снег.			усилия от ветра лево-напрво			усилия от ветра справа-налево		
	N кН	M кН*м	Q кН	N кН	M кН*м	Q кН	N кН	M кН*м	Q кН	N кН	M кН*м	Q кН	N кН	M кН*м	Q кН	N кН	M кН*м	Q кН
A	51,52	0	0	179,2	0	0	177,333	0	0	94,66667	0	0	-2,7909	0	0	-1,9738863	0	0
1	76,801	0	0	267,14	0	0	166,96	0	0	338,6898	0	0	-16,8551	0,903168	1,44253217	9,5116761	-0,56448	-2,44715279
2	76,801	0	0	267,14	0	0	166,96	0	0	338,6898	0	0	-16,8551	3,115008	2,67898832	9,5116761	-1,94688	-1,6743677
3	76,801	0	0	267,14	0	0	166,96	0	0	338,6898	0	0	-16,8551	6,653952	3,91544447	9,5116761	-4,15872	-0,90158261
4	-16,377	0	75,035	-56,964	0	260,991	-35,6024	0	163,1197	-72,222	0	330,8999	3,594169	11,52	-16,467431	-0,9070669	-7,2	9,29290751
5 сл	-18,146	-161,577	67,891	-63,118	-562,0053	236,142	-43,2946	-367,2533	132,058	-72,222	-680,085	330,8999	3,594169	7,59841386	-16,60589	-2,0282632	-2,41765	10,4111293
5 сп	-47,043	-161,577	-48,798	-163,63	-562,0053	-169,731	-103,871	-367,2533	-112,553	-131,388	-680,085	91,98353	6,077	7,59841386	-6,5800111	-2,5762992	-2,41765	8,19811352
6	-120,21	0	0	-418,13	0	0	-252	0	0	-246,133	0	0	10,32873	0	0	-2,2798645	0	0
7	-120,21	0	0	-418,13	0	0	-252	0	0	-246,133	0	0	10,32873	0	0	-2,2798645	0	0
8	-120,21	0	0	-418,13	0	0	-252	0	0	-246,133	0	0	10,32873	0	0	-2,2798645	0	0
9	-54,12	-97,4464	-55,942	-188,24	-338,944	-194,58	-111,563	-145,1733	-143,615	-131,388	-564,971	91,98353	6,077	21,1672539	-6,7184706	-2,5762992	-14,1061	9,31633529
10	-55,889	-48,0363	-63,086	-194,4	-167,0827	-219,43	-119,255	12,90667	-174,676	-131,388	-449,856	91,98353	6,077	90,9211583	-6,85693	-2,5762992	-55,7457	10,4345571
11	-57,659	-13,3461	-70,23	-200,55	-46,42133	-244,279	-126,947	106,9867	-205,738	-131,388	-334,741	91,98353	6,077	-22,648747	-6,9953894	-2,5762992	7,823517	11,5527788
12	-46,619	6,624	-77,374	-162,15	23,04	-269,128	-134,639	137,0667	-236,8	-131,388	-219,627	91,98353	6,077	68,7938632	-7,1338489	-2,5762992	-42,5447	12,6710006
13	-46,194	11,8741	-84,519	-160,68	41,301333	-293,978	-142,332	103,1467	-267,862	-131,388	-104,512	91,98353	6,077	-43,18545	-7,2723083	-2,5762992	23,63751	13,7892224
C	-45,769	0	-91,663	-159,2	0	-318,827	-150,024	0	-298,923	-150,024	0	-298,923	6,077	0	-7,4107678	6,0770001	0	-7,41076779
14	76,801	0	0	267,14	0	0	338,69	0	0	166,9597	0	0	9,511676	-0,56448	-2,4471528	-16,855098	0	0
15	76,801	0	0	267,14	0	0	338,69	0	0	166,9597	0	0	9,511676	-1,94688	-1,6743677	-16,855098	0,903168	1,44253217
16	76,801	0	0	267,14	0	0	338,69	0	0	166,9597	0	0	9,511676	-4,15872	-0,9015826	-16,855098	3,115008	2,67898832
17	-16,377	0	75,035	-56,964	0	260,991	-72,222	0	330,8999	-35,6024	0	0	-0,90707	-7,2	9,29290751	3,5941694	6,653952	3,91544447
18 сл	-18,146	-161,577	67,891	-63,118	-562,0053	236,142	-72,222	-680,0853	330,8999	-43,2946	-367,253	132,058	-2,02826	-2,4176534	10,4111293	3,5941694	7,598414	-16,6058903
18 сл	-47,043	-161,577	-48,798	-163,63	-562,0053	-169,731	-131,388	-680,0853	91,98353	-103,871	-367,253	-112,553	-2,5763	-2,4176534	8,19811352	6,0770001	7,598414	-6,5800111
19	-120,21	0	0	-418,13	0	0	-246,133	0	0	-252	0	0	-2,27986	0	0	10,328732	0	0
20	-120,21	0	0	-418,13	0	0	-246,133	0	0	-252	0	0	-2,27986	0	0	10,328732	0	0
21	-120,21	0	0	-418,13	0	0	-246,133	0	0	-252	0	0	-2,27986	0	0	10,328732	0	0
22	-54,12	-97,4464	-55,942	-188,24	-338,944	-194,58	-131,388	-564,9707	91,98353	-111,563	-145,173	-143,615	-2,5763	-14,106132	9,31633529	6,0770001	21,16725	-6,71847055
23	-55,889	-48,0363	-63,086	-194,4	-167,0827	-219,43	-131,388	-449,856	91,98353	-119,255	12,90667	-174,676	-2,5763	-55,745658	10,4345571	6,0770001	90,92116	-6,85693
24	-57,659	-13,3461	-70,23	-200,55	-46,42133	-244,279	-131,388	-334,7413	91,98353	-126,947	106,9867	-205,738	-2,5763	7,82351713	11,5527788	6,0770001	-22,6487	-6,99538945
25	-46,619	6,624	-77,374	-162,15	23,04	-269,128	-131,388	-219,6267	91,98353	-134,639	137,0667	-236,8	-2,5763	-42,544726	12,6710006	6,0770001	68,79386	-7,1338489
26	-46,194	11,8741	-84,519	-160,68	41,301333	-293,978	-131,388	-104,512	91,98353	-142,332	103,1467	-267,862	-2,5763	23,637507	13,7892224	6,0770001	-43,1854	-7,27230835
B	51,52	0	0	179,2	0	0	94,6667	0	0	177,3333	0	0	-1,97389	0	0	-2,7909028	0	0

Таблица №6.

основные сочетания			
№ сочетаний	N кН	M кН*м	Q кН
1+(4+5)*0,9	366,453	0,81285	1,2983
1+(4+5)*0,9	366,453	2,80351	2,4111
1+(4+5)*0,9	366,453	5,98856	3,5239
1+(4+5)*0,9	-78,142	10,368	358,02
1+(4+5)*0,9	-79,911	-766,81	350,76
1+(4+5)*0,9	-159,82	-766,81	28,066
1+(3+5)*0,9	-337,72	0	0
1+(3+5)*0,9	-337,72	0	0
1+(3+5)*0,9	-337,72	0	0
1+(4+6)*0,9	-174,69	-618,62	35,228
1+(4+6)*0,9	-176,46	-503,08	29,09
1+(4+5)*0,9	-170,44	-335	6,2591
1+(4+6)*0,9	-167,19	-229,33	16,815
1+(4+5)*0,9	-158,97	-121,05	-8,279
1+(4+6)*0,9			
1+(3+5)*0,9	390,183	-0,508	-2,202
1+(3+5)*0,9	390,183	-1,7522	-1,507
1+(3+5)*0,9	390,183	-3,7428	-0,811
1+(3+5)*0,9	-82,193	-6,48	381,21
1+(3+5)*0,9	-76,778	-775,83	289,79
1+(3+5)*0,9	-196,63	-775,83	-194,2
1+(2+6)*0,9	-487,24	0	0
1+(2+6)*0,9	-487,24	0	0
1+(3+5)*0,9	-498,59	0	0
1+(3+5)*0,9	-174,69	-618,62	35,228
1+(3+5)*0,9	-176,46	-503,08	29,09
1+(3+6)*0,9	-170,44	-335	6,2591
1+(3+5)*0,9	-167,19	-229,33	16,815
1+(3+6)*0,9	-158,97	-121,05	-8,279

Таблица №7.

5. Подбор сечений рамы с наружными подкосами :

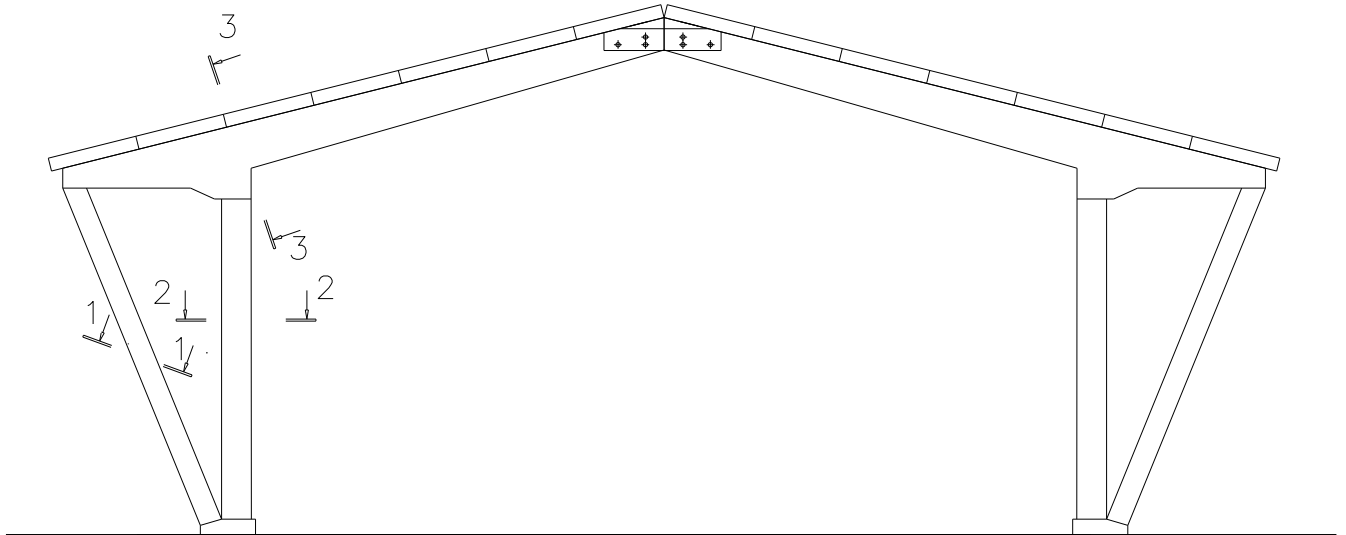


Рис.10. Деревянная рама с внутренним подкосом.

10.1. Подбор сечения в стойке.

По полученным значениям усилий в стойке, от действия всех нагрузок, составляем соответствующее сочетание усилий:

$$N_{под} = N_{под}^{пост} + (N_{под}^{сч} + N_{под}^{вет}) * 0,9 = -487,3 kH$$

Рассчитываем стойку как сжатый элемент:

$$\sigma = \frac{N_{под}}{\varphi * F_{нт}} = R_{сж} = 15 \text{ МПа}; \quad F = \frac{N_{под}}{\varphi * R_p} = b * h,$$

$$\text{тогда} \quad h = \frac{N_{под}}{\varphi * b * R_p} = \frac{487,3}{0,469 * 0,25 * 15 * 10^3} = 0,277 = 0,28 \text{ м}$$

предварительно

$$\lambda = 80$$

$$\varphi = 3000 / \lambda^2 = 0,469$$

принимаем

$$b = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

так как 1-доска имеет толщину $t_{\text{доски}}=4,4\text{см}$ тогда: $\frac{0,28}{0,044} = 6,296 \approx 7$
 следовательно $h_{\text{под}}=7*0,044=0,308\text{м}=30,8\text{ см}$

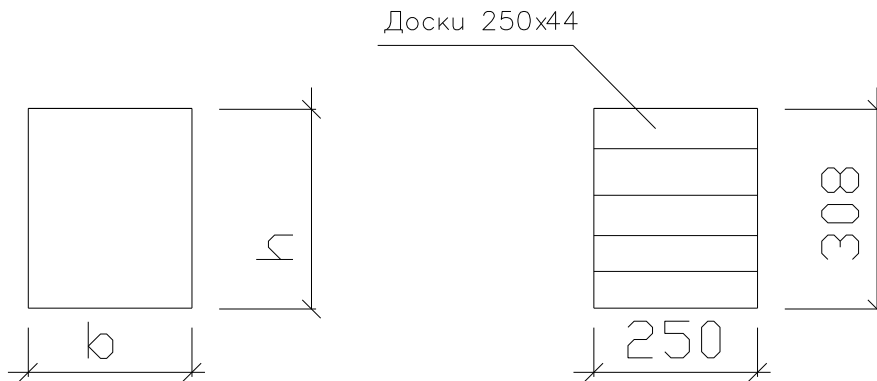


Рис.11. Схема сечения стойки дощато-клееной рамы (2-2).

$$F_{\text{тр}} = b * h_{\text{стойки}} = 0,25 * 0,308 = 0,077 \text{ м}^2 \quad r = \sqrt{\frac{J_{\text{см}}}{F_{\text{см}}}} = \sqrt{\frac{0,25 * 0,308^3}{12 * 0,25 * 0,308}} = 0,0889 \approx 0,09 \text{ м}$$

$$\lambda = \frac{\mu * l_{\text{стойки}}}{r} = \frac{1 * 4,49}{0,09} = 50,5 \leq 75 \quad \text{следовательно вычисляем:}$$

$$\varphi = 1 - 0,8 * \frac{\lambda^2}{100^2} = 1 - 0,8 * \frac{50,5^2}{100^2} = 0,796$$

$$\sigma = \frac{N_{\text{стойки}}}{\varphi * F_{\text{нт}}} = \frac{487,3}{0,796 * 0,077} = 7,95 * 10^3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 7,95 \text{ МПа} \leq R = 15 \text{ МПа}$$

Условие удовлетворяется.

10.2. Подбор сечения подкоса:

$$N_1 = 390,2 \text{ кН} \quad M_1 = -3,75 \text{ кН} * \text{м} \quad Q_1 = -0,81 \text{ кН}$$

Так как по 2й комбинации усилия в элементе не значительно т.к. изгибающий момент очень маленький, то расчет подкоса производим как растянутый элемент:

$$\sigma = \frac{N_p}{F_{\text{под}}} \leq R_p = 12 \text{ МПа} \quad R_p = 12 \text{ МПа} = 12 * 10^3 \text{ кН} / \text{м}.$$

$$\text{Предварительно рассчитываем : } h = \frac{N_p}{R_p * b} = \frac{390,2}{12 * 10^3 * 0,2} = 0,163 \text{ м}$$

Так как $t_{\text{доски}}=4,4\text{ см}$

$$\frac{0,163}{0,044} = 3,695 \approx 4 \quad \text{принимаем 4 досок} \quad h_{\text{рас}} = 4 * 0,044 = 0,176 \text{ м}.$$

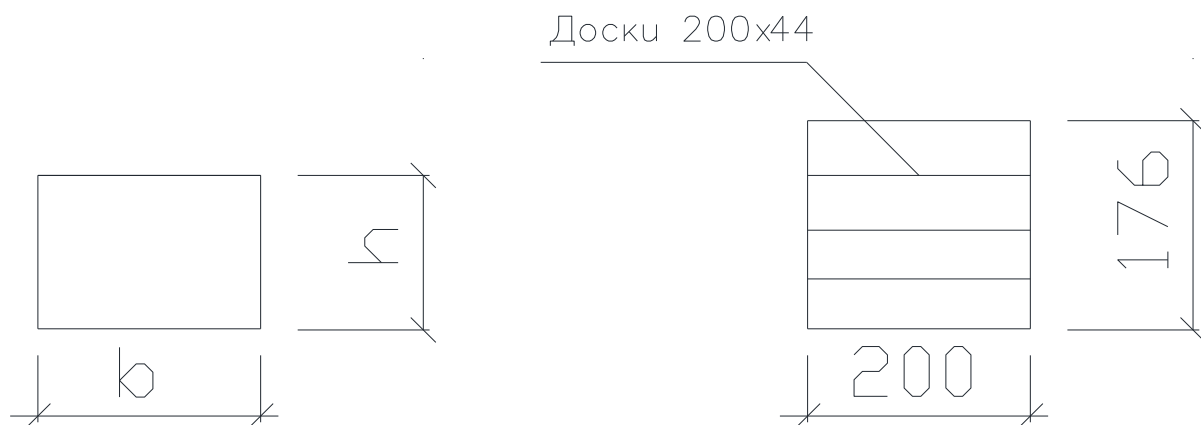


Рис.12. Схема сечения подкоса дощато-клееной рамы (1-1).

$$F_{\text{подк}} = b * h_{\text{подк}} = 0,2 * 0,176 = 0,0352 \text{ м}^2$$

$$\sigma = \frac{390,2}{0,0352} = 11,085 * 10^3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 11,85 \text{ МПа} < R_p = 12$$

Условие удовлетворяется.

10.3. Расчет клефанерного двутаврового сечения ригеля.

$$M_p = -775,83 \text{ кН*м} \quad Q = 289,8 \text{ кН} \quad N = -196,63 \text{ кН}$$

Предварительно рассчитываем:

$$\sigma_u = \frac{M_p}{0,8W} \leq R_u ;$$

$$h = \sqrt{\frac{6 * M_p}{0,8 * R_c * b}} = \sqrt{\frac{6 * 775,83}{0,8 * 16 * 10^3 * 0,275}} = 1,15 \text{ м}$$

$$\text{Принимаем } h_p = 140 \text{ см.} \quad t_{cm} = 30 \text{ мм.} = 0,03 \text{ м} > 12 \text{ мм.}$$

$$b_{cs} = \frac{b - t_{cm}}{2} = \frac{0,275 - 0,03}{2} = 0,123 \text{ м.} \quad h'_0 = \frac{h}{2} = 0,7 \text{ м.}$$

$$h_n = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{6} \right) * h_p = 0,28 \text{ м.} \quad \text{так как } t_{\text{доски}} = 4,4 \text{ см то:} \quad \frac{0,28}{0,044} = 6,36 \approx 7 \text{ шт.}$$

$$h_0 = \frac{h - h_n}{2} = \frac{1,4 - 0,308}{2} = 0,546 \text{ м}$$

$$h_n = 0,044 * 7 = 0,308 \text{ м.}$$

$$h_{cm} = h - 2h_n = 1,4 - 2 * 0,308 = 0,784 \text{ м.}$$

Рис.13. Схема клефанерного сечения ригеля рамы (3'-3').

Находим геометрические характеристики сечения:

$$F_{np} = F_o + F_\phi * \alpha = 420 * 0,9 + 1509,2 = 1887,2 \text{ см}^2. \quad \text{где } \alpha = \frac{E_\phi}{E_o} = \frac{9000}{10000} = 0,9.$$

$$F_o = 4 * h_n * b_{ce} = 4 * 12,25 * 30,8 = 1509,2 \text{ см}^2.$$

$$F_\phi = h_p * t_{cm} = 3 * 140 = 420 \text{ см}^2.$$

$$J_o = 4 * b_n * h_{нол}^3 / 12 + F_o * h_o^2 = 4 * 12,25 * 30,8^3 / 12 + 1509,2 * 54,6^2 = 4618474 \text{ см}^4.$$

$$J_\phi = \frac{t_{cm} + h^3}{12} = \frac{3 * 140^3}{12} = 686000 \text{ см}^4.$$

$$J_{np} = J_o + J_\phi * \alpha = 4618474 + 686000 * 0,9 = 5235874 \text{ см}^4.$$

$$W_{np} = \frac{J_{np}}{0,5 * h} = \frac{5235874}{0,5 * 140} = 74798,2 \text{ см}^3.$$

$$r = \sqrt{\frac{J_{np}}{F_{np}}} = \sqrt{\frac{5235874}{1887,2}} = 52,67 \text{ см}.$$

$$\lambda = \frac{1456}{52,67} = 27,6$$

$$F_{op} = h * b = 27,5 * 140 = 3850 \text{ см}^2.$$

$$\xi = 1 - \frac{27,6^2 * 196,63}{3000 * 3850 * 1,6} = 0,992$$

Подставляя значения, получим:

$$\sigma_c = \frac{196,63}{1887,2} + \frac{77583}{0,992 \cdot 747982} = 1,056 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 10,56 \text{ МПа} < R_c = 16 \cdot 0,988 \cdot 0,95 = 14 \text{ МПа}$$

Условие удовлетворяется.

Проверка скалывание клеевого шва:

Скалывающие касательные напряжения проверяем по формуле:

$$\tau_{ck} = \frac{Q_3 \cdot S_{ck}}{b_{ck} \cdot J_0} \leq R_{ф.ск} = 0,8 \text{ МПа}$$

Находим геометрические характеристики сечения:

$$S_{\phi} = t_{cm} \frac{h^2}{8} = \frac{3 \cdot 140 \cdot 140}{8} = 7350 \text{ см}^3$$

$$S_o = b_n \frac{h_n^2}{8} = \frac{12,25 \cdot 30,8 \cdot 30,8}{8} = 1452,61 \text{ см}^3$$

$$S_{np} = S_{\phi} \cdot 0,9 + 4 \cdot S_o + 4 \cdot y \cdot F_d = 7350 \cdot 0,9 + 4 \cdot 1452,61 + 4 \cdot 54,6 \cdot 377,3 = 94827,7 \text{ см}^3$$

$$S_{ск} = 4 \cdot S_o + 4 \cdot y \cdot F_d = 4 \cdot 1452,61 + 4 \cdot 54,6 \cdot 377,3 = 85194,4 \text{ см}^3$$

Подставим значения:

$$\tau_{ck} = \frac{289,8 \cdot 85194,4}{61,6 \cdot 5235874} = 0,077 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 0,77 \text{ МПа} < R_{ск} = 0,8 \text{ МПа} \quad \text{условие удовлетворяется.}$$

Проверка на срез фанерной стенки.

Проверку производим по формуле касательных напряжений в фанерной

стенке:
$$\tau_{cm} = \frac{Q_3 \cdot S_{ск}}{2 \cdot t_{cm} \cdot J_{np}} \leq R_{ф.ср} = 6,0 \text{ МПа}$$

$$\tau_{cm} = \frac{197,1 \cdot 94827,7}{2 \cdot 3 \cdot 5235874} = 0,595 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 5,95 \text{ МПа} < R_{ф.ср} = 6,0 \text{ МПа.}$$

Ставим планки из фанеры в ригеле толщиной 1 см через 1 м для увеличения несущей способности стенки.

Проверка на устойчивость в ригеле.

Расчет на устойчивость плоской формы деформирования сжато-изгибаемых элементов следует производить по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_Y \cdot R_C \cdot F_{HT}} + \left(\frac{M_D}{\varphi_M \cdot R_H \cdot W_{HT}} \right)^1 \leq 1$$

$$M_{\text{д}} = \frac{M}{\xi} = \frac{775,83}{0,992} = 783,86 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$\text{где } \xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N_0}{3000 \cdot R_c \cdot F_{HT}} = 1 - \frac{27,6^2 \cdot 196,63}{3000 \cdot 3850 \cdot 1,6} = 0,992$$

$$\varphi_M = 140 \cdot \frac{27,5^2}{1456 \cdot 140} \cdot 1,13 = 0,587 \quad \varphi_y = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{27,6}{100} \right)^2 = 0,939$$

При подкреплении из плоскости изгиба в промежуточных точках растянутой кромки элемента на участке l_p коэффициент φ_M следует умножать на коэффициент $k_{пМ}$:

$$k_{пМ} = 0,142 \cdot L_p/h + 1,76 \cdot h/L_p + 1,4 \cdot \alpha_p = 0,142 \cdot 1456/140 + 1,76 \cdot 140/1456 + 1,4 \cdot 0 = 1,65$$

А коэффициент φ_M следует умножать на коэффициент $k_{пN}$:

$$k_{пN} = 0,75 + 0,06 \cdot (L_p/h)^2 + 0,6 \cdot \alpha_p \cdot L_p/h = 0,75 + 0,06 \cdot (1456/180)^2 + 0,6 \cdot 0 \cdot 1456/180 = 4,68$$

Подставляем:

$$\frac{196,63}{0,939 \cdot 4,68 \cdot 1,6 \cdot 3850} + \left(\frac{77583}{898333 \cdot 1,4 \cdot 0,739 \cdot 1,36} \right)^1 = 0,621 \leq 1$$

Условие выполняется.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot R_c \cdot F_{HT}} + \left(\frac{M_{\text{д}}}{\varphi_M \cdot R_{HT} \cdot W_{HT}} \right)^1 \leq 1$$

$$M_{\text{д}} = \frac{M}{\xi} = \frac{618,92}{0,999} = 619,54 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$\text{где } \xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N_0}{3000 \cdot R_c \cdot F_{HT}} = 1 - \frac{35^2 \cdot 174,68}{3000 \cdot 4950 \cdot 1,6} = 0,999,$$

$$\varphi_M = 140 \cdot \frac{35^2}{1456 \cdot 180} \cdot 1,13 = 0,739 \quad \varphi_y = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{35}{100} \right)^2 = 0,902$$

При подкреплении из плоскости изгиба в промежуточных точках растянутой кромки элемента на участке l_p коэффициент φ_M следует умножать на коэффициент $k_{пМ}$:

$$k_{пМ} = 0,142 \cdot L_p/h + 1,76 \cdot h/L_p + 1,4 \cdot \alpha_p = 0,142 \cdot 1456/180 + 1,76 \cdot 180/1456 + 1,4 \cdot 0 = 1,36$$

А коэффициент φ_M следует умножать на коэффициент $k_{пН}$:

$$k_{пН}=0,75+0,06*(L_p/h)^2+0,6*\alpha_p * L_p/h=0,75+0,06*(1456/140)^2=7,24$$

Подставляем:

$$\frac{174,68}{7,24*0,902*1,6*4950} + \left(\frac{61892}{1,36*0,739*1,4*148500} \right)^1 = 0,2996 \leq 1$$

Условие выполняется.

Прочность стенки в опасном сечении на действие главных растягивающих напряжений в изгибаемых элементах двутаврового и коробчатого сечений следует проверять по формуле:

$$\frac{\delta_{cm}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\delta_{cm}}{2}\right)^2 + \tau_{cm}^2} \leq R_{ф.ра} ; \text{ где:}$$

$R_{ф.ра}$ - расчетное сопротивление фанеры растяжению под углом α определяемое по графику .

$$\frac{1,056}{2} + \sqrt{\left(\frac{1,056}{2}\right)^2 + 0,0595^2} = 10,6 \text{ МПа} \leq R_{ф.ра} = 10,74 \text{ МПа. Условие выполняется.}$$

Устойчивость стенки с продольным по отношению к оси элемента расположением волокон наружных слоев следует проверять на действие касательных и нормальных напряжений .

Расчет следует производить по формуле:

$$\frac{\delta_{cm}}{K_u \left(\frac{100\delta}{h_{cm}} \right)^2} + \frac{\tau_{cm}}{K_\tau \left(\frac{100\delta}{h_{cm}} \right)^2} \leq 1.$$

где k_u и k_t - коэффициенты, определяемые по графикам рис. 18, 19 прил. 5; СНиП II-25-80.

$h_{рас}$ - расчетная высота стенки, которую следует принимать равной $h_{ст}$ при расстоянии между ребрами $a \geq h_{ст}$ и равной a при $a < h_{ст}$.

$$\frac{1,056}{2,1 \left(\frac{3*100}{70} \right)^2} + \frac{0,595}{0,37 \left(\frac{3*100}{70} \right)^2} = 0,1142 \leq 1. \text{ Условие выполняется.}$$

6. Расчет узлов рамы :

11.1.Опорный узел:

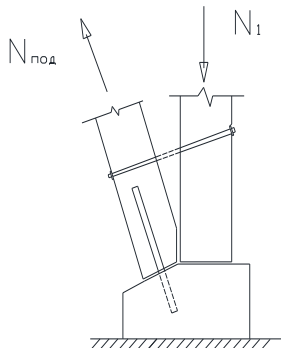


Рис.14. схема опорного узла рамы.

Максимальные усилия в опорной части рамы, полученные по сочетанию Табл.6:

$$N_{\text{под}}=390,19 \text{ кН} \quad N_{\text{ст}}=-487,24 \text{ кН}$$

Стойку проверяем на смятие в опоре:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{N_{\text{стойки}}}{F_{\text{см}}} \leq R_{\text{см}} = 14 \text{ МПа} \quad \text{где:} \quad F_{\text{см}} = F_{\text{стойки}} = 0,25 \text{ м} * 0,308 \text{ м} = 0,077 \text{ м}^2$$

подставляя

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{487,24}{0,077} = 6327,8 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 6,33 \text{ МПа} < R_{\text{см}} = 14 \text{ МПа}$$

Стойку крепим к подкосу при помощи конструктивного болта $\Phi 20$.

Подкос в данном случае рационально крепить арматурными стержнями $\Phi 30$ А-III анкеруемыми конструктивно в бетонную опору на глубину 0,7м .

$$10d \leq l_c \leq 30d \quad l_c = 30 * 30 = 1000 \text{ мм} = 1 \text{ м} - \text{длина анкеровки}$$

Несущая способность одного стержня: $T_0 = S * R_{\text{отр}} * k$ где:

$$k = 1,2 - \frac{0,02 * l_c}{d} = 1,2 - \frac{0,02 * 1}{0,03} = 0,6 \quad R_{\text{отр}} = 2,1 \text{ МПа} - \text{отрыв с древесины}$$

$$S = \pi(d + 0,005) * l_c = 3,14 * 0,033 * 1 = 0,155 \text{ м}^2$$

Подставляя значения:

$$T_0 = S * R_{\text{отр}} * k = 0,155 * 2,1 * 10^3 * 0,6 = 195,3 \text{ кН}$$

Количество болтов определяем по формуле:

$$N_{cm} = \frac{N_1}{T_0} = \frac{390,19}{195,3} = 1,997 \approx 2 \text{ стержня } \Phi 30$$

11.2.Карнизный узел.

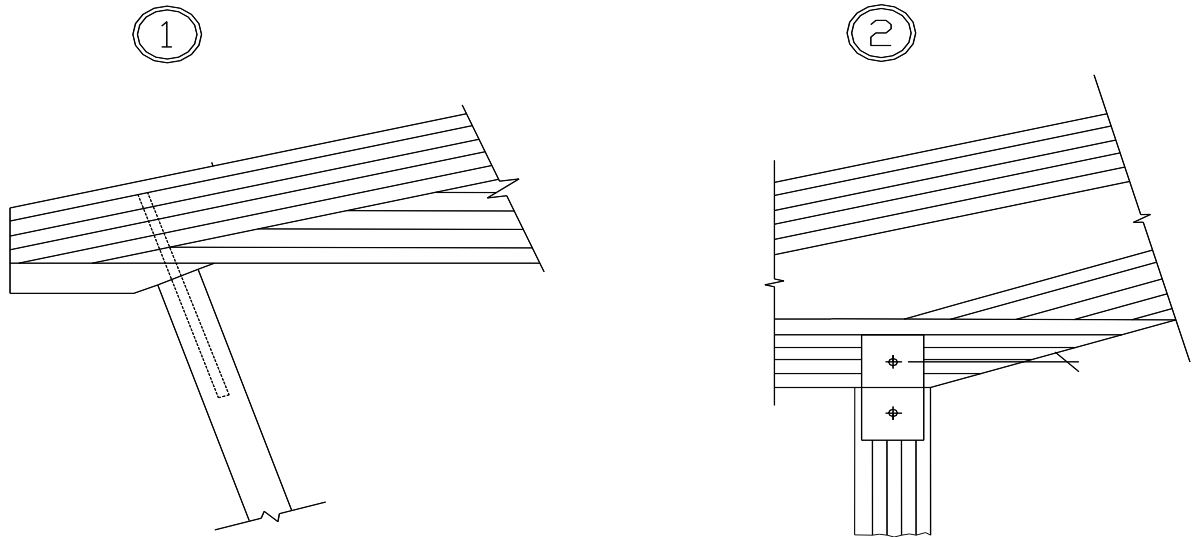


Рис.15. Схема крепления карнизного узла: 1) крепление подкоса с ригелем, 2) крепления стойки с ригелем.

Крепление подкоса в карнизном узле такое же как и в опорном.

Стык стойки с ригелем проверяем на смятие: $\sigma_{cm\gamma'} = \frac{N''}{F_{cm\gamma'}} \leq R_{cm\gamma'} ;$

где $\gamma' = 90^\circ$

$$R_{cm\gamma'} = \frac{R_{cm,0}}{1 + \left(\frac{R_{cm,0}}{R_{cm,90}} - 1\right) \sin^3 \gamma'} = 3,0 \text{ МПа}$$

$$F_{cm} = 0,275 * 0,3 = 0,0825 \text{ м}^2$$

Подставляя значения мы получаем:

$$\sigma_{cm\gamma'} = \frac{N''}{F_{cm\gamma'}} = \frac{487,24}{0,165} = 5,91 \text{ МПа} > R_{cm\gamma'} = 3 \text{ МПа}$$

Усилие смятия превышает расчетное сопротивление на $5,91-3=2,91$ МПа. Следовательно, для ее восприятия нагрузки несущую способность увеличиваем при помощи металлической накладке $10 \times 300 \times 300 \text{ мм}$ соединением на болтах в 2 ряда.

$$T_1 = 0,5 * c * d = 0,5 * 25 * 3 = 37,5 \text{ кН / см}^2$$

$$T_2 = 0,8a * d = 0,8 * 6 * 3 = 15,4 \text{ кН / см}^2$$

$$T_3 = 2,5 * d * d = 2,5 * 3 * 3 = 22,5 \text{ кН / см}^2$$

$$n = \frac{N}{T * N} = \frac{487,24}{4 * 15,4} = 7,9 \text{ принимаем 8 шт.}$$

Подкос крепим при помощи накладки, воспринимающее растягивающее усилие:

$$N=390,19 \text{ кН}$$

Расчетную несущую способность клеиваемого стержня на выдергивание или продавливание вдоль и поперек волокон в растянутых и сжатых стыках элементов деревянных конструкций из сосны и ели следует определять по формуле:

$$T = R_{ск} \pi [d + 0,005] l_1 k_c;$$

где d – номинальный диаметр клеиваемого стержня, предварительно принимаемый

$$d=32 \text{ мм} ;$$

l – длина заделываемой части стержня, м (см), которую следует принимать по расчету, но не менее $10d$ и не более $30d$;

k_c – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения напряжений сдвига в зависимости от длины заделываемой части стержня, который следует определять по формуле:

$$k_c = (1 - 0,025) \frac{10d}{L},$$

$R_{ск}$ – расчетное сопротивление древесины скалыванию, МПа (кгс/см²), определяемое по таблицам СНиПа II-25-80 (с изм 1988).

$$T = 0,21 \cdot 3,14 [3,2 + 0,5] \cdot 100 \cdot 0,7 = 195,17 \text{ кН};$$

$$k_c = (1 - 0,025) \frac{32}{100} = 0,33 \leq 0,7$$

$$n = \frac{N}{T} = \frac{390,19}{195,17} = 1,999 \text{ принимаем } 2 \text{ шт.}$$

11.3. Коньковый узел.

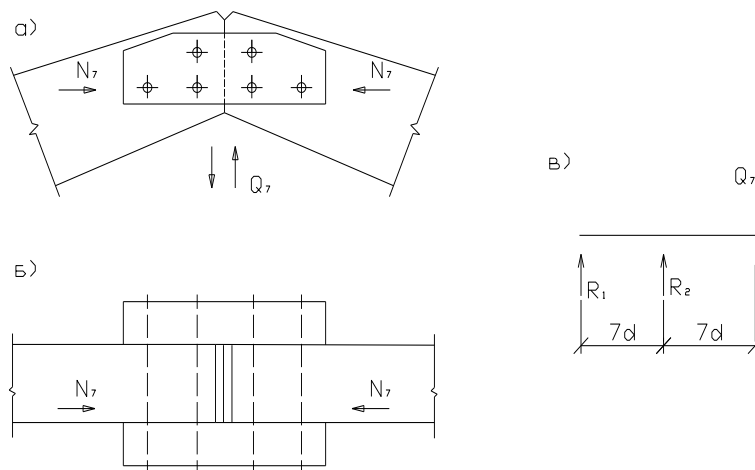


Рис.16. Схема крепления конькового узла: а) вид сбоку, б) вид сверху, в) схема левой стороны накладки для расчета болтов.

Усилия в коньке из получинных сочетаний таблиц Т6:

$$N_c = -175.32 \text{ кН} \quad Q_c = -317.4 \text{ кН}$$

Проверяем на смятие: $\sigma_{cm} = \frac{N_7}{F_{on}} \leq R_{cm\alpha}$

$$\text{Для } \alpha = 13^\circ 78' \quad R_{cm\alpha} = \frac{R_{cm,0}}{1 + \left(\frac{R_{cm,0}}{R_{cm,90}} - 1\right) * \sin^3 \alpha} = \frac{16}{1 + \left(\frac{16}{1.8} - 1\right) * \sin^3 14^\circ 03'} = 14.6 \text{ МПа}$$

$$h_{cm} = \frac{N_c}{R_{cm\alpha} * b} = \frac{175.32}{14.6 * 10^3 * 0.275} = 0.044 \text{ м}$$

Поперечное усилие в коньке: $Q = \frac{Q_{12}}{\cos \alpha} = \frac{367.4}{1} = 367.4 \text{ кН}$

Значения усилий в болтах: $R_1 = \frac{Q}{7d} * 7d = Q = 317.4 \text{ кН}$; $R_2 = \frac{Q}{7d} * 14d = 2Q = 634.8 \text{ кН}$

$k_\alpha = 1$ для $\alpha = 14^\circ 03'$ и диаметре болта $d = 4 \text{ см}$

$$T_1 = 2.5d^2 \sqrt{k_\alpha} = 2.5 * 4^2 \sqrt{1} = 40 \text{ кН}$$

$$T_2 = 0.5b * d * k_\alpha = 0.5 * 27.5 * 4 * 1 = 55 \text{ кН}$$

$$T_3 = 0.8a * d * k_\alpha = 0.8 * 20 * 4 * 1 = 64 \text{ кН}$$

Определим количество болтов:

$$N_1 = \frac{R_1}{n * T_{\min}} = \frac{317.4}{2 * 40} = 3.97 \approx 4$$

$$N_2 = \frac{634.8}{2 * 40} = 7.935 \approx 8 \text{ болта } \Phi 40 \text{ мм.}$$

7. Устройство горизонтальных и вертикальных связей.

Для повышения пространственной жесткости конструкций в зданиях и сооружениях больших пролётов принято устраивать горизонтальные и вертикальные связи жесткости.

В качестве связей жёсткости могут выступать неравнополочные и равнополочные уголки, швеллеры, полосовая сталь и т. подобное.

Связи бывают скатные (наклонные), вертикальные и горизонтальные.

В зданиях, каркас которых выполнен из деревянных конструкций применяют в основном два вида связей: а) связевые фермы, располагаемые вертикально, наклонно и горизонтально, поперёк здания по наружному контуру несущих конструкций; в сочетании со связевыми фермами применяют продольные связи в виде элементов ограждающих конструкций (прогоны, настилы, панели);

б) продольные (вертикальные или наклонные) связи, плоскость которых располагается перпендикулярно плоскости несущих конструкций; эти связи закрепляют нижние пояса несущих конструкций.

В моём случае в качестве вертикальных связей приняты равнополочные уголки, а

в качестве наклонных – неравнополочные уголки. Скатные и вертикальные связи создают, таким образом, так называемый блок, который воспринимает нагрузки, направленные перпендикулярно плоскости основных несущих конструкций.

Расчёт связей выполняют от действия горизонтальных нагрузок, которые складываются из внешних горизонтальных нагрузок (ветра, тормозных усилий кранов и т.п.).

8. Защита деревянных конструкций от гниения.

Клееные деревянные конструкции в зависимости от назначения должны быть защищены от увлажнения и биоповреждения.

Элементы несущих конструкций, предназначенных для эксплуатации при влажности окружающей среды 75% и более, должны подвергаться влагозащитной обработке различными лаками: ПФ-115, ПФ-113 и т. п.

Если влажность окружающей среды в период эксплуатации не превышает 75%, то защищаемые элементы могут быть обработаны ПФ-170. Торцы и места соприкосновения деревянных несущих конструкций с грунтом или конструкциями из других материалов и между собой обрабатываются антисептическими пастами

Марок: 100, 150, 200, 300... или эпоксидной шпаклёвкой ЭП-00-10 согласно ГОСТ 10277-62.

Детали каркаса плиты и панелей, а так же поверхности обшивок обращённые внутрь плит и панелей, подвергаются только поверхностной обработке указанными выше составами.

Кроме того для защиты деталей каркаса можно применять фосфорно-кислый алюминий с добавкой (70-75кг/м) фтористого натрия при условии пропитки деталей в ваннах с предварительным подогревом.

9.Защита деревянных конструкций от возгорания.

Для замедления процесса разложения древесины при воздействии на него огня и предотвращения воспламенения продуктов разложения, а так же для устранения распространения пламени по поверхности деревянных элементов конструкций существуют ряд химических и конструктивных мероприятий. Наилучший эффект защиты древесины достигается глубокой пропиткой её растворами огнезащитных солей после вакуума под давлением в автоклавах при расходе 80-100кг сухой смеси на 1м² древесины.

Для получения раствора, обладающего одновременно огнезащитными и антисептическими свойствами, в состав добавляется фтористый натрий. Хорошие результаты даёт такая пропитка древесины в горячехолодных ваннах.

Деревянные конструкции, подверженные постоянному интенсивному воздействию пламени и искр, а так же лучистой теплоты, необходимо оградить несгораемыми экранами, препятствующим повышению температуры древесины свыше 50⁰С.

Для этой цели могут служить слой термоизоляционной штукатурки толщиной 1-1,5см, нанесённый на поверхность деревянных элементов, обшивка деревянных поверхностей асбестовым картоном и другими огнезащитными листовыми материалами: облицовка их плитами из материала, обладающего огнестойкими свойствами.

Для защиты от возгорания конструкций следует применять в качестве заполнителя

и для кровли несгораемые или трудносгораемые материалы.

Стены и перегородки рекомендуется с гладкой поверхностью без деревянных выступов внутри помещений ; следует применять массивные конструкции из брусев, брёвен и клееных элементов с закругленными углами и тщательно простроганными и зашпаклёванными поверхностями.

10. Список использованной литературы.

1. Методические указания «Примеры расчёта и конструирования плит покрытия»: Устарханов О.М., Вишталов Р.И., Калиева М.Х., Сулейманов А. М.
2. СН и П 2-25-80. Нормы проектирования. Деревянные конструкции. М. Стройиздат, 1982г.
3. СН и П 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.
4. Проектирование и расчет деревянных конструкций: Справочник И.М. Гринь, Д.М. Бабушкин и др. 1988г.
5. Конструкции из дерева и пластмасс: В.А. Иванов, В.З. Клименко, Киев 1983г.
6. Строительные конструкции с применением пластических масс: И.М. Гринь, Е.А. Поберёзкин и др.
7. Конструкции из дерева и пластмасс: Г.Н. Зубарев, И.М. Ляпин: М. 1980г.