Санкт–Петербургский Государственный Политехнический Университет

Инженерно - Строительный Факультет

## Пояснительная записка к курсовой работе

## по дисциплине: Металлические конструкции

Санкт – Петербург 2011 г.

1. Конструктивная схема здания

Проектируем одноэтажное каркасное здание длинною L = 60 м, пролетом l = 30 м. Стальной каркас создается колоннами, расставленными шагом B = 6 м, колонны жестко прикрепляются к фундаменту и на верху шарнирно соединяются с ригелем (стропильной ногой). Две колонны и ригель образуют поперечную раму. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается путем постановки связи. Связи ставят в плоскости покрытия между фермами и между колоннами. Связи по покрытию располагаются:

* в плоскости верхних поясов стропильных ферм
* в плоскости нижних поясов стропильных ферм
* между фермами

Стропильные фермы соединенные стропильными связями образуют пространственные блоки, к которым прикрепляются все остальные фермы с помощью прогонов или плит.

В курсовом проекте принято покрытие по прогонам.

⮦Hн.п. = 11 м Конструктивная схема рамы представлена на рис. 1.

Рис.1 Конструктивная схем здания

**2. Расчетная схема рамы. Определение нагрузок на раму**

H = ⮦Hн.п. + 0,9 = 11 + 0,9 = 11,9 м

Нагрузки на раму

Постоянная нагрузка. Постоянная нагрузка от веса элементов покрытия.

qриг = γн \*qop \* B = 0,95\*1,394\* 6 = 7,95 кН/м,

где qop – постоянная нагрузка в кН/м2 от веса покрытия. γн – коэффициент надежности по назначению

Конструкция покрытия представлена на рис.2.

### Таблица № 1 Сбор нагрузок на ригель

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид нагрузки | Норм., кН/м2 | γf | Расч., кН/м2 |
| Защитный гравийно-битумный слой δ=15 мм | 0,30 | 1,3 | 0,390 |
| 3-слойный гидроизоляционный ковер | 0,15 | 1,3 | 0,195 |
| Защитный слой из одного слоя рубероида | 0,05 | 1,3 | 0,065 |
| Утеплитель-пенополистирол h = 50 мм, γ = 1,0 кН/м3 | 0,05 | 1,3 | 0,065 |
| Пароизоляция – 1 слой рубероида на битуме | 0,04 | 1,3 | 0,050 |
| Стальной профилированный настил t = 1 мм | 0,15 | 1,05 | 0,157 |
| Прогон сплошного сечения пролета 6 м | 0,10 | 1,05 | 0,105 |
| Стропильная ферма | 0,30 | 1,05 | 0,315 |
| Связи | 0,05 | 1,05 | 0,052 |
| Итого  | 1,19 | - | 1,394 |

Рис.2 Расчетная схема рамы каркаса

Рис. 2.1 Схема покрытия

1. Гидроизоляционный ковер.
2. Утеплитель из пенополистерола
3. Пароизоляция
4. Стальной профилированный настил
5. Прогон
6. Стропильная ферма

Рис.3 Постоянная нагрузка от веса стен.

Стены выполняются из стеновых панелей размером 6х1,2х0,2 м, нагрузку от них принимаем равной 2 кН/м2.

Нагрузка на колонны от веса стен

gст = γн\* 2 \* В = 0,95 \* 2 \* 6 = 11,4 кН/м Нагрузка от веса колонн.

Рис.4 Нагрузка от веса колонн.

Снеговая нагрузка

Расчетное значение равномерно-распределенной линейной нагрузки на ригель рамы от снегового покрова Р определяется по формуле:

## P = γн\* Po \* C \* B\*γt = 0,95 \* 1,26 \* 1 \* 6\*1.43 = 10.27 кН/м,

где γн = 0,95– коэффициент надежности по нагрузке; С = 1 – коэффициент, зависящий от очертания кровли и учитывающий степень удерживаемости снега на крыше здания; Po – расчетная снеговая нагрузка на 1м2 поверхности земли (для 3 снегового района строительства Po=1.26 Кн/м2)

В – ширина грузовой площади, равная шагу колонны, В=6 м.

γt – коэффициент надежности по снеговой нагрузке равный 1.43;

Рис.5 Расчетная схема приложения снеговой загрузки

3. Ветровая нагрузка

Рассмотрим действие ветра на здание с левой стороны.

Эквивалентная ветровая нагрузка, действующая:

- с наветренной стороны:

q = γf\*γн \* qo \* Cx \* Kп \* B = 1,4 \*0,95\* 0,30 \* 0,8 \* 0,678 \* 6 = 1,3 кН/м

* с заветренной стороны:

q’ = γf \* γн \* qo \* C’x \* Kп \* B = 1,4 \*0,95\* 0,30 \* 0,6 \* 0,678 \* 6 = 0.97 кН/м,

где γf = 1,4 – коэффициент надежности по ветровой нагрузке

γн = 0,95 – коэффициент надежности по назначению

qo = 0,30 кН/м2 – скоростной напор (для 2 ветрового района строительства)

Сх = 0,8 и С’х = 0,6 – аэродинамический коэффициент

Кп = 0,678 – коэффициент, изменения скоростного напора ветра по высоте, зависящий не только от высоты ,но и от типа местности.

hоп=hф + hкр.пок .+ hпар = 3,15 + 0,4 + 0,4 = 3,95 м

Ветровая нагрузка, действующая на здание выше оси ригеля рамы:

W = γf\*γн \* qo \* Cx \* Kho\*ho \* B = 1,4\*0,95\*0,30\*0,8\*0,728\*3.95\*6 = 5.49 кН

W’ = γf\*γн \* qo \* Cx ‘\* Kho\*ho \* B = 1,4\*0,95\*0,30\*0,6\*0,728\*3.95\*6 = 4.15 кН

Кho = 0,728 –коэффициент, изменения скоростного напора ветра по высоте, зависящий не только от высоты ,но и от типа местности для высоты ho

ho=H + hоп/2 = 11.9 + 3,95/2 = 13.875 м

**3. Определение расчетных усилий в стержнях фермы**

Фактические узловые нагрузки:

* постоянная

G = q \* d = 7,95 \* 3 = 23,85 кН

* снеговая нагрузка

P = p \* d = 10.27 \* 3 = 30.81 кН

#### Усилие в стержнях фермы определяем в табличной форме Таблица № 2 Усилие в стержнях фермы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Обозначение | Единичное усилие в кН | Ng | Np | N = Ng + Np |
| элемента | стержней | с двух сторон | слева | справа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Верхний пояс | В1 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| В2 | -9,524 | -6,667 | -2,857 | -227,15 | -195,43 | -422,58 |
| В3 | -9,524 | -6,667 | -2,857 | -227,15 | -195,43 | -422,58 |
| В4 | -15,238 | -9,524 | -5,714 | -363,43 | -312,68 | -676,11 |
| В5 | -15,238 | -9,524 | -5,714 | -363,43 | -312,68 | -676,11 |
| В6 | -17,143 | -8,571 | -8,571 | -408,86 | -351,77 | -760,63 |
| Нижний пояс | Н1 | 5,238 | 3,81 | 1,429 | 124,93 | 107,48 | 232,41 |
| Н2 | 12,857 | 8,571 | 4,286 | 306,64 | 263,83 | 570,47 |
| Н3 | 16,667 | 9,524 | 7,143 | 397,51 | 342,01 | 739,51 |
| Раскосы | Р1 | -7,595 | -5,524 | -2,071 | -181,14 | -155,85 | -336,99 |
| Р2 | 6,214 | 4,143 | 2,071 | 148,20 | 127,51 | 275,72 |
| Р3 | -4,833 | -2,762 | -2,071 | -115,27 | -99,17 | -214,44 |
| Р4 | 3,452 | 1,381 | 2,071 | 82,33 | 70,84 | 153,17 |
| Р5 | -2,071 | 0 | -2,071 | -49,39 | -42,50 | -91,89 |
| Р6 | 0,690476 | -1,381 | 2,071 | 16,47 | -28,34 | -11,87 |
| 42,50 | 58,96 |
| Стойки | С1 | -0,5 | -0,5 | 0 | -11,93 | -10,26 | -22,19 |
| С2 | -1 | -1 | 0 | -23,85 | -20,52 | -44,37 |
| С3 | -1 | -1 | 0 | -23,85 | -20,52 | -44,37 |
| С4 | -1 | -0,5 | -0,5 | -23,85 | -20,52 | -44,37 |

а). Верхний пояс lx = d = 3 м

ly = 2 \* d = 6 м

б). Нижний пояс lx = a = 6 м

ly= a = 6 м

в). Промежуточные раскосы и стойки lx = 0,8\*a = 4,8 м

ly= a = 6 м

г). Опорный раскос lx = a = 6 м

ly= a = 6 м

При проектировании ферм со стержнями из парных уголков необходимо знать расстояние между уголками, которое определяется толщиной фасонки δф. Толщина фасонок во всех узлах принимают одинаковой и принимают в зависимости от усилия в опорном раскосе.

δф = 10 мм.

Требуемую площадь поперечного сечения для сжатых стержней определяют по формуле:

где N- расчетное сжимающее усилие в стержне

Ry = 24,5 кН/см2– расчетное сопротивление по пределу текучести выбранной марки стали

φ - коэффициент продольного изгиба, зависящий от гибкости стержня λ (для поясов ферм λ=80-100, для решетки λ = 100-130)

γc = 1 (кроме промежуточных раскосов и стоек γc = 0,8) – коэффициент условий работы

Верхний пояс: максимальное усилие N = -760,63кН, φ=0,686

Принимаем уголок неравнополочный 160\*100\*9 мм А= 45,8 см2, ix=2,88 см, iy=7,67 см

Определение гибкости:



Принимаем уголок неравнополочный 160\*100\*10 мм А= 50,6 см2, ix=2,86 см, iy=7,69 см

Определение гибкости:



Принимаем уголок неравнополочный 160\*100\*12 мм А= 60,0 см2, ix=2,86 см, iy=7,75 см

Определение гибкости:



Принимаем уголок неравнополочный 160\*100\*14 мм А= 69,4 см2, ix=2,84 см, iy=7,79 см

Определение гибкости:



Окончательно принимаем уголок неравнополочный 160\*100\*14 мм А= 69,4 см2, ix=2,84 см, iy=7,79 см

Нижний пояс: максимальное усилие N = 739,51кН

Принимаем уголок неравнополочный 125\*80\*8 мм А= 32,0 см2, ix=2,28 см, iy=6,06 см

Определение гибкости:

Окончательно принимаем уголок неравнополочный 125\*80\*8 мм А= 32,0 см2, ix=2,28 см, iy=6,06 см

Раскосы:

Опорный раскос 1: усилие N = -336,99кН, φ=0,419

Принимаем уголок равнополочный 125\*9 мм А= 44,0 см2, ix=3,86 см, iy=5,49 см

Определение гибкости:

Принимаем уголок равнополочный 180\*12 мм А= 84,4 см2, ix=5,59 см, iy=7,77 см

Определение гибкости:



Раскос 2: усилие N = 275,72 кН

Принимаем уголок равнополочный 63\*6 мм А= 14,6 см2, ix=1,93 см, iy=2,99 см

Определение гибкости:

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см

Определение гибкости:

Раскос 3: усилие N = -214,44 кН, φ=0,419

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см

Определение гибкости:



Раскос 4: усилие N = 153,17 кН

Принимаем уголок равнополочный 50\*4 мм А= 7,78 см2, ix=1,54 см, iy=2,43 см

Определение гибкости:

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см

Определение гибкости:

Раскос 5: усилие N = -91,89 кН, φ=0,419

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см

Определение гибкости:



Раскос 6: усилие N = -11,87 кН, φ=0,419

N = 58,96 кН

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см

Определение гибкости:

Стойки:

Стойка 1: усилие N = -22,19кН, φ=0,419

Принимаем уголок равнополочный 50\*4 мм А= 7,78 см2, ix=1,54 см, iy=2,43 см

Определение гибкости:

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см . Определение гибкости:



Стойки 2 и 3: усилие N = -44,37кН, φ=0,419

Принимаем уголок равнополочный 50\*4 мм А= 7,78 см2, ix=1,54 см, iy=2,43 см

Определение гибкости:

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см

Определение гибкости:



Центральная стойка 4: усилие N = -44,37кН, φ=0,419

Принимаем уголок равнополочный 50\*4 мм А= 7,78 см2, ix=1,54 см, iy=2,43 см

Определение гибкости:

Принимаем уголок равнополочный 110\*8 мм А= 34,4 см2, ix=3,39 см, iy=4,87 см

Определение гибкости:



Окончательный выбор сечений элементов фермы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Стержень | Расчетные усилия, кН | Марка стали | Размеры сечения, мм | Площадь сечения, см2 | Расчетная длина, см | Радиусы инерции, см | Гибкость |
|  |  |  |  |  |  |
| Верхний пояс | В1 | -760,63 | С245 | 160\*100\*14 | 69,4 | 300 | 600 | 2,84 | 7,79 | 105,6 | 77,02 |
| В2 | -760,63 | 160\*100\*14 | 69,4 | 300 | 600 | 2,84 | 7,79 | 105,6 | 77,02 |
| В3 | -760,63 | 160\*100\*14 | 69,4 | 300 | 600 | 2,84 | 7,79 | 105,6 | 77,02 |
| В4 | -760,63 | 160\*100\*14 | 69,4 | 300 | 600 | 2,84 | 7,79 | 105,6 | 77,02 |
| В5 | -760,63 | 160\*100\*14 | 69,4 | 300 | 600 | 2,84 | 7,79 | 105,6 | 77,02 |
| В6 | -760,63 | 160\*100\*14 | 69,4 | 300 | 600 | 2,84 | 7,79 | 105,6 | 77,02 |
| Нижний пояс | Н1 | 739,51 | С245 | 125\*80\*8 | 32,0 | 600 | 600 | 2,28 | 6,06 | 263,2 | 99,01 |
| Н2 | 739,51 | 125\*80\*8 | 32,0 | 600 | 600 | 2,28 | 6,06 | 263,2 | 99,01 |
| Н3 | 739,51 | 125\*80\*8 | 32,0 | 600 | 600 | 2,28 | 6,06 | 263,2 | 99,01 |
| Раскосы | Р1 | -336,99 | С245 | 180\*12 | 84,4 | 600 | 600 | 5,59 | 7,77 | 107,3 | 77,22 |
| Р2 | 275,72 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| Р3 | -214,44 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| Р4 | 153,17 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| Р5 | -91,89 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| Р6 | 58,96 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| Стойки | С1 | -22,19 | С245 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| С2 | -44,37 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| С3 | -44,37 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |
| С4 | -44,37 | 110\*8 | 34,4 | 480 | 600 | 3,39 | 4,87 | 141,6 | 123,2 |

**4. Конструирование и расчет узлов фермы**

Промежуточные узлы

Расстояние между торцом уголка решетки и краем пояса примем в соответствии с толщиной фасонки а = 40 мм.

Узел 1.

1. Определение длины швов прикрепления опорного раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*33699/2\*0,7\*1,2\*1800\*0,95 = 8,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 8,2 + 1 = 9,2 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*1,2 = 71,4 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*33699/2\*0,7\*1\*1800\*0,95 = 4,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,2 + 1 = 5,2 см

1. Проверка прочности швов прикрепления правого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*27572/2\*0,7\*1\*1800\*0,95 = 8,4 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 8,4 + 1 = 9,4 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*1 = 57,12 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\* \*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*27572/2\*0,7\*0,8\*1800\*0,95 = 4,6 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,6+ 1 = 5,6 см

Изменим Kfп=0,4см

Lwmax = 85\*0,7\*0,4 = 23,8 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\* \*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*27572/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 8,6 см

1. Проверка прочности швов крепления фасонки к верхнему поясу:

∆N = Nпр – Nлев = Nпр

∆N = 42258 - 0 = 42258 кГс

lфас=45,7см

lтр=0,5ΔN/βФKfRwfγс +1=0,5\*42258/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=45,1 см

lфас>lтр

Проверка выполняется, рисуем узел с данными параметрами.

Узел 2,4.

1. Определение длины швов прикрепления стойки к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 3,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4 + 1 = 5 см

4см<Lw ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,4 = 23,8 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 1,4 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

Принимаем Lфактп = 5см

1. Проверка прочности швов крепления фасонки к верхнему поясу:

Nст= 4437кГс

lфас=19,8см

lтр=0,5N/βФKfRwfγс +1=0,5\*4437/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=5,63 см

lфас>lтр

Проверка выполняется, рисуем узел с данными параметрами.

Узел 3.

1. Определение длины швов прикрепления левого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*21444/2\*0,7\*1\*1800\*0,95 = 6,3 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 6,3+ 1 = 7,3 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*1= 59,5 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*21444/2\*0,7\*0,6\*1800\*0,95 = 4,5 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,5 + 1 = 5,5 см

2. Определение длины швов прикрепления правого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*15317/2\*0,7\*0,8\*1800\*0,95 = 5,6 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 5,6 + 1 = 7,2 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,8 = 47,6 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\* \*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*15317/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 4,8 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,8+ 1 = 5,8 см

3. Проверка прочности швов крепления фасонки к верхнему поясу:

∆N = Nпр – Nлев = Nпр

∆N = 67611-42258 = 25353 кГс

lфас=40,3см

lтр=0,5ΔN/βФKfRwfγс +1=0,5\*25353/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=27,5 см

lфас>lтр

Проверка выполняется, рисуем узел с данными параметрами.

Узел 5.

1. Определение длины швов прикрепления левого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*9189/2\*0,7\*0,6\*1800\*0,95 = 4,5 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4,5+ 1 = 5,5 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,6 = 35,7 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*9189/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 2,9 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

1. Определение длины швов прикрепления правого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*5896/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 4,3 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4,3 + 1 = 5,3 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,72 = 42,84 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\* \*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*5896/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 1,9 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4+ 1 = 5 см

1. Проверка прочности швов крепления фасонки к верхнему поясу:

∆N = Nпр – Nлев = Nпр

∆N = 76063-67611 = 8452 кГс

lфас=37,6см

lтр=0,5ΔN/βФKfRwfγс +1=0,5\*8452/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=9,8 см

lфас>lтр

Проверка выполняется, рисуем узел с данными параметрами.

Узел 6.

1. Определение длины швов прикрепления левого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*27572/2\*0,7\*1\*1800\*0,95 = 8,1 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 8,1+ 1 = 9,1 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*1 = 59,5 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*27572/2\*0,7\*0,8\*1800\*0,95 = 4,3 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,3 + 1 = 5,3 см

1. Определение длины швов прикрепления правого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*21444/2\*0,7\*0,8\*1800\*0,95 = 7,8 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 7,8 + 1 = 8,8 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,8 = 47,6 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\* \*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*21444/2\*0,7\*0,6\*1800\*0,95 = 4,5 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,5+ 1 = 5,5 см

1. Определение длины швов прикрепления стойки к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 3,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4 + 1 = 5 см

4см<Lw ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,4 = 23,8 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 1,4 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

Принимаем Lфактп = 5см

1. Проверка прочности швов крепления фасонки к верхнему поясу:

∆N = Nпр – Nлев = Nпр

∆N = 57047-23241 = 33806 кГс

lфас=48,9см

lтр=0,5ΔN/βФKfRwfγс +1=0,5\*33806/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=36,3 см

lфас>lтр

Проверка выполняется, рисуем узел с данными параметрами

Узел 7.

1. Определение длины швов прикрепления левого раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*15317/2\*0,7\*1\*1800\*0,95 = 4,5 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4,5+ 1 = 5,5 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*1 = 59,5 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*15317/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 4,8 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,8 + 1 = 5,8 см

1. Определение длины швов прикрепления правого раскоса к фасонке. Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*9189/2\*0,7\*0,6\*1800\*0,95 = 4,5 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4,5+ 1 = 5,5 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,6 = 35,7 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*9189/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 2,9 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

1. Определение длины швов прикрепления стойки к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 3,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4 + 1 = 5 см

4см<Lw ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,4 = 23,8 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 1,4 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

Принимаем Lфактп = 5см

Проверка прочности швов крепления фасонки к верхнему поясу:

∆N = Nпр – Nлев = Nпр

∆N = 73951-57047 = 16904 кГс

lфас=48,9см

lтр=0,5ΔN/βФKfRwfγс +1=0,5\*16904/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=18,7 см

lфас>lтр

Опорные узлы

1. Определение длины швов прикрепления опорного раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*33699/2\*0,7\*1,2\*1800\*0,95 = 8,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 8,2 + 1 = 9,2 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*1,2 = 71,4 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*33699/2\*0,7\*1\*1800\*0,95 = 4,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,2 + 1 = 5,2 см

1. Определение длины швов прикрепления нижнего пояса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 0,7\*23241/2\*0,7\*1\*1800\*0,95 = 6,8 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 6,8 + 1 = 7,8 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*1 = 59,5 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 0,3\*23241/2\*0,7\*1\*0,6\*1800\*0,95 = 4,9 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4,9 + 1 = 5,9 см

1. Проверка прочности швов крепления фасонки к фланцу:

∆ = 2219кГс

lфас=38,8см

lтр=0,5N/βФKfRwfγс +1=0,5\*2219/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=2,3 см

lфас>lтр

Проверка выполняется, рисуем узел с данными параметрами

1. Определение длины швов прикрепления опорного столика к колонне:

Lw = N/Аw = 0,65N1/βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lw = 0,65\*2219/0,7\*1\*1800\*0,95 = 1,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lw + 1)=4+1=5 см.

1. Верхний опорный узел

Длины швов принимаем минимальными 5 см, так как усилие в верхнем поясе равно 0.

8.3 Монтажные узлы

1. Определение длины швов прикрепления раскоса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw =1,2\* α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб = 1,2\*0,7\*5896/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 5,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 5,2 + 1 = 6,2 см

Lwmax ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,4 = 23,8 см

Lwпера = Nпера/Апераw = α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера =1,2\* 0,3\*5896/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 2,2 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

1. Определение длины швов прикрепления центральной стойки к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = 1,2α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб =1,2\* 0,7\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 3,9 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4 + 1 = 5 см

4см<Lw ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,4 = 23,8 см

Lwпера = Nпера/Апераw = 1,2\*α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 1,2\*0,3\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 1,7 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

Принимаем Lфактп = 5см

1. Определение длины швов прикрепления нижнего пояса к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw =1,2 α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwпера = Nпера/Апераw = 1,2α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера =1,2\* 0,3\*73951/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 27,8 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 27,8 + 1 = 29 см

1. Определение длины шва прикрепления пластины к нижнему поясу

Σl1=1,2Nнп/ βt\*Kf\*Rwf\*γc+4 = 1,2\*73951/0,7\*1\*1800\*0,95+4=78см.

1. Верхний монтажный узел

1. Определение длины швов прикрепления центральной стойки к фасонке:

Шов по обушку:

Lwоб = Nоб/Аобw = 1,2α об N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

При равнобоком уголке: α об = 0,7 , α пера = 0,3

Lwоб =1,2\* 0,7\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 3,9 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwоб + 1), см.

Lфактоб = 4 + 1 = 5 см

4см<Lw ≤ 85 βt\*Kf

Lwmax = 85\*0,7\*0,4 = 23,8 см

Lwпера = Nпера/Апераw = 1,2\*α пера N1/2\*βt\*Kf\*Rwf\*γc

Lwпера = 1,2\*0,3\*4437/2\*0,7\*0,4\*1800\*0,95 = 1,7 см

Фактическая длина шва:

Lфакт = (Lwпера + 1), см.

Lфактпера = 4 + 1 = 5 см

Принимаем Lфактп = 5см

1. Проверка прочности швов крепления фасонки к верхнему поясу:

Nст= 4437кГс

lфас=38,8см

lтр=0,5N/βФKfRwfγс +1=0,5\*4437/0,7\*0,4\*1800\*0,95+1=5,63 см

lфас>lтр

**Литература**

1. Проектирование стальной стропильной фермы: Метод. указания к курсовому проекту / Ленингр.гос.техн.университет; Сост. Б.А.Гаврилин, Н.М.Тимофеев, С.Е.Фомин. Л., 1991. 56 с.
2. Проектирование стального каркаса одноэтажного промышленного здания: Метод. указания / С.-Петербург. гос. техн. ун-т; Сост. Б.А.Гаврилин, Н.М.Тимофеев. СПб., 1993. 36 с.
3. Проектирование сплошной внецентренно сжатой колонны: Методические указания к курсовому проекту./Сост. Б.А.Гаврилин, Н.М.Тимофеев. – Л., ЛПИ. 1989. – 36 с.