**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФЕРМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.**

ТИП ПЕРЕКРЫТИЯ: цех легкого типа.

ШИРИНА ПРОЛЕТА: 21м.

ДЛИНА ЦЕХА: 72 м.

ТОЛЩИНА СНЕГОВОГО ПОКРОВА: 60 см.

**ВЫБОР ТИПА ФЕРМЫ.**

Выберем для кровли цеха промышленного здания полигональную треугольную раскосую ферму со стойками уклоном 1/12. Схема фермы представлена на рис.1.

**РАСЧЕТ УЗЛОВЫХ НАГРУЗОК**

ПОСТОЯННЫЕ НАГРУЗКИ:



Вес кровли с утеплителем состоит из веса гидроизолирующего ковра (), асфальтовой стяжки () и веса утеплителя из пенобетонных плит ().

Собственный вес металлоконструкций перекрытия для цеха легрого типа равен , масса плиты размером 3х6 м2 – 2300кг.







ВРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ:

Временные нагрузки складываются из снеговой нагрузки() и веса людей (). То есть временная нагрузка в нашем случае составит для опорных стоек 470, а для остальных 1210 и 1480 *кг*.

**1. ПОДБОР СЕЧЕНИЯ**

***ПОДБОР СЕЧЕНИЯ ВЕРХНЕГО ПОЯСА***

Верхний пояс сжат, поэтому расчет требуемой площади произведем используя формулу:

,

где N= - 36764 кг- расчетное усилие,

  - допускаемое напряжение при растяжении,

  - коэффициент продольного изгиба, примем его для сжатого пояса равным 0,7.

Тогда .

Далее, согласно ГОСТ 8509 подбираем равнобокий уголок  с характеристиками:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

ТС – 42.012.

Площадь , радиусы инерции  при толщине косынок и сухарей ,соответствующей усилию в опорном раскосе 42311 кг.

Длина в плоскости  и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость сжатых стальных поясов равна 120:



По максимальному значению гибкости подбираем коэффициент продольного изгиба (табл.7 [1]): 

Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***ПОДБОР СЕЧЕНИЯ НИЖНЕГО ПОЯСА***

Сечение растянутых стержней подбираем по формуле:



Согласно ГОСТ 8509 подбираем равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости  .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость растянутых стальных поясов равна 250:



Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***ПОДБОР СЕЧЕНИЯ СТОЕК***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

ТС – 42.012.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

ТС – 42.012.

***Подбор сечения стоек 1-2 и 11-12***

Стойка 1-2 (11-12) сжата, поэтому расчет требуемой площади произведем используя формулу:

,

где  - расчетное усилие,

  - допускаемое напряжение при растяжении,

  - коэффициент продольного изгиба, примем его для сжатого пояса равным 0,7.

Тогда .

Так как стойки ферм, к которым крепятся вертикальные связи, рекомендуется проектировать крестообразного сечения из двух уголков сечением не менее  или , то согласно ГОСТ 8509 примем равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость сжатых опорных стальных стоек равна 120:



По максимальному значению гибкости подбираем коэффициент продольного изгиба (табл.7 [1]): 

Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***Подбор сечения стоек 3-4 и 13-14***

Стойка 3-4 (13-14) сжата, поэтому расчет требуемой площади произведем используя формулу:

,

где  - расчетное усилие,

  - допускаемое напряжение при растяжении,

  - коэффициент продольного изгиба, примем его для сжатого пояса равным 0,7.

Тогда .

Согласно ГОСТ 8509 примем равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость сжатых стальных стоек равна 150:



По максимальному значению гибкости подбираем коэффициент продольного изгиба (табл.7 [1]): 

Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***Подбор сечения стоек 5-6 и 15-16***

Стойка 5-6 (15-16) сжата, поэтому расчет требуемой площади произведем используя формулу:

,

где  - расчетное усилие,

  - допускаемое напряжение при растяжении,

  - коэффициент продольного изгиба, примем его для сжатого пояса равным 0,7.

Тогда .

Так как стойки ферм, к которым крепятся вертикальные связи, рекомендуется проектировать крестообразного сечения из двух уголков сечением не менее  или , то согласно ГОСТ 8509 примем равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость сжатых стальных стоек равна 150:



По максимальному значению гибкости подбираем коэффициент продольного изгиба (табл.7 [1]): 

Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***Подбор сечения стоек 7-8 и 17-18***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

ТС – 42.012.

Стойка 7-8 (17-18) сжата, поэтому расчет требуемой площади произведем используя формулу:

,

где  - расчетное усилие,

  - допускаемое напряжение при растяжении,

  - коэффициент продольного изгиба, примем его для сжатого пояса равным 0,7.

Тогда .

Согласно ГОСТ 8509 примем равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость сжатых стальных стоек равна 150:



По максимальному значению гибкости подбираем коэффициент продольного изгиба (табл.7 [1]): 

Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***Подбор сечения стоек 9-10***

Так как стойки ферм, к которым крепятся вертикальные связи, рекомендуется проектировать крестообразного сечения из двух уголков сечением не менее  или , но поскольку на стойку 9-10 действует напряжение то согласно ГОСТ 8509 примем минимально возможный равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

***ПОДБОР СЕЧЕНИЯ РАСКОСОВ***

***Подбор сечения раскосов 2-4 и 12-14***

Опорные раскосы 2-4 и 12-14 растянуты, поэтому требуемую площадь сечения, учитывая что расчетное усилие  , найдем как:



Согласно ГОСТ 8509 подбираем равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции .

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

ТС – 42.012.

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость растянутых стальных раскосов равна 350:



Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***Подбор сечения раскосов 3-6 и 13-167***

Данные раскосы растянуты, поэтому требуемую площадь сечения, учитывая что расчетное усилие  , найдем как:



Согласно ГОСТ 8509 подбираем равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость растянутых стальных раскосов равна 350:



Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***Подбор сечения раскоса 5-8 и 15-187***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

ТС – 42.012.

Данный раскос растянут, поэтому требуемую площадь сечения, учитывая что расчетное усилие  , найдем как:



Согласно ГОСТ 8509 подбираем минимально возможный равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость растянутых стальных раскосов равна 350:



Произведем проверку по допускаемым напряжениям:



Сечение подобрано верно.

***Подбор сечения раскосов 8-9 и 9-18***

Данные раскосы сжаты, поэтому требуемую площадь сечения найдем как:

,

где  - расчетное усилие,

  - допускаемое напряжение при растяжении,

  - коэффициент продольного изгиба, примем его для сжатого пояса равным 0,7.

Тогда .

Выберем согласно ГОСТ 8509 равнополочный уголок (площадь , радиусы инерции .

Длина в плоскости и из плоскости .

Найдем гибкость сечения в плоскости и из плоскости, помня, что предельная гибкость сжатых стальных раскосов равна 150:



По максимальному значению гибкости подбираем коэффициент продольного изгиба (табл.7 [1]): 

Произведем проверку по допускаемым напряжениям:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

ТС – 42.012.



Сечение подобрано верно.

***ПОДБОР СЕЧЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫ СВЯЗЕЙ***

***Подбор сечения горизонтальных связей по верхнему и нижнему поясу***

***А. Раскос***

Найдем длину раскоса по теореме Пифагора:



Длины, на которые будет действовать нагрузка в плоскости и из плоскости равны соответственно: .

Произведем расчет по предельной гибкости, учитывая, что она для случая растянутых элементов связей равна 400.

Найдем требуемые радиусы инерции:



Зная радиусы инерции, выберем сечение равнобокого уголка по ГОСТ 8509: угловой профиль  площадью  и моментами инерции . Тогда гибкость сечения в плоскости и из плоскости равна:



Подбор сечения горизонтальных связей по нижнему поясу аналогичен.

***В. Распорка***

Распорка выполняется в виде крестообразного сечения и считается сжатой. Предельная гибкость распорок равна 200. длина распорки равна шагу фермы . Найдем радиус инерции:



Таким образом, выберем из ГОСТ 8509 уголок размером  площадью  и моментами инерции . Тогда гибкость сечения в плоскости и из плоскости равна:



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

ТС – 42.012.

Таким образом, расчет по предельной гибкости верен.

***ПОДБОР СЕЧЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ***

Вертикальные связи крепятся к стойкам 1-2, 5-6, 9-10, 15-16 и 11-12.

К стойкам 1-2 и 10-11 высотой ,

следует крепить связи XX-образной формы. Произведем расчет данного сечения по предельной гибкости:

Принимаем элементы пояса данного сечения сжатыми с предельной гибкостью равной 200.

Длины на которые будет действовать нагрузка в плоскости и из плоскости соответственно равны:

Найдем требуемые радиусы инерции:



Зная радиусы инерции, согласно ГОСТ 8509, примем равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

Найдем гибкость для данного сечения:



Для сжатой стойки ХХ-образной связи:

Длина стойки: , длины в плоскости и из плоскости  радиусы инерции



По полученным данным примем согласно ГОСТ 8509 равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции ).

Найдем гибкость:



Расчет стойки произведен верно.

Произведем расчет раскоса, считая его растянутым:

Найдем длину раскоса: , длины в плоскости и из плоскости  радиусы инерции



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

ТС – 42.012.

По полученным данным примем согласно ГОСТ 8509 равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции ).

Найдем гибкость:



Расчет раскоса ХХ-связи произведен верно.

К стойкам 5-6 и 15-16 высотой ,

следует крепить связи XX-образной формы. Произведем расчет данного сечения по предельной гибкости:

Принимаем элементы пояса данного сечения сжатыми с предельной гибкостью равной 200.

Длины на которые будет действовать нагрузка в плоскости и из плоскости соответственно равны:

Найдем требуемые радиусы инерции:



Зная радиусы инерции, согласно ГОСТ 8509, примем равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

Найдем гибкость для данного сечения:



Для сжатой стойки ХХ-образной связи:

Длина стойки: , длины в плоскости и из плоскости  радиусы инерции



По полученным данным примем согласно ГОСТ 8509 равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции ).

Найдем гибкость:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

ТС – 42.012.



Расчет стойки произведен верно.

Произведем расчет раскоса, считая его растянутым:

Найдем длину раскоса: , длины в плоскости и из плоскости  радиусы инерции



По полученным данным примем согласно ГОСТ 8509 равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции ).

Найдем гибкость:



Расчет раскоса ХХ-связи произведен верно.

К стойке 9-10 высотой ,

следует крепить связи XX-образной формы. Произведем расчет данного сечения по предельной гибкости:

Принимаем элементы пояса данного сечения сжатыми с предельной гибкостью равной 200.

Длины на которые будет действовать нагрузка в плоскости и из плоскости соответственно равны:

Найдем требуемые радиусы инерции:



Зная радиусы инерции, согласно ГОСТ 8509, примем равнополочный уголок  с характеристиками: площадь , радиусы инерции .

Найдем гибкость для данного сечения:



Для сжатой стойки ХХ-образной связи:

Длина стойки: , длины в плоскости и из плоскости  радиусы инерции



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

ТС – 42.012.

По полученным данным примем согласно ГОСТ 8509 равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции ).

Найдем гибкость:



Расчет стойки произведен верно.

Произведем расчет раскоса, считая его растянутым:

Найдем длину раскоса: , длины в плоскости и из плоскости  радиусы инерции



По полученным данным примем согласно ГОСТ 8509 равнобокий уголок (площадь , радиусы инерции ).

Найдем гибкость:



Расчет раскоса ХХ-связи произведен верно.

**2.** **УНИФИКАЦИЯ СЕЧЕНИЙ ФЕРМЫ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

ТС – 42.012.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер | Размеры уголков (по порядку, начиная с самого крупного) | Вес 1 погонного метра в кг | Общая длина уголков данного профиля в м | Общий вес уголков данного профиля в кг | Разбивка на группы | Вес 1 погонного метра после унификации в кг | Вес профиля после унификации в кг | Завышение веса в результате унификации в кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 125х125х9 | 17,3 | 548,08 | 9481,78 | 125х125х9 | 17,3 | 9481,78 | 1350,96 |
| 2 | 75х75х8 | 9,02 | 546 | 4924,92 | 75х75х8 | 9,02 | 4924,92 |
| 3 | 75х75х5 | 5,80 | 1303,08 | 7557,86 | 75х75х5 | 5,80 | 7557,86 |
| 4 | 70х70х6 | 6,39 | 120,64 | 770,89 | 70х70х6 | 6,39 | 4778,95 |
| 5 | 70х70х5 | 5,38 | 627,24 | 3374,55 |
| 6 | 63х63х6 | 5,72 | 218,14 | 1247,76 | 63х63х6 | 5,72 | 1247,76 |
| 7 | 56х56х5 | 4,25 | 146,64 | 623,22 | 56х56х5 | 4,25 | 4387,53 |
| 8 | 56х56х4 | 3,44 | 885,72 | 3046,88 |
| 9 | 50х50х5 | 3,77 | 30,2 | 113,85 | 50х50х5 | 3,77 | 113,85 |
| 10 | 45х45х5 | 3,37 | 681,4 | 2296,32 | 45х45х5 | 3,37 | 2296,32 |
| Итого до унификации в кг  | 33438,03 | Итого после унификации в кг  | 34789,97 |



**3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЗЛОВ ФЕРМ**.

 ***3.1 Узел 3.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки к у узловой косынке, будем вести по формуле:



где N - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

ТС – 42.012.

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для стойки 3/4 уголок 70x70x6, *N=-18919 кг*, , - общая длина швов;

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Для раскоса 3/6, уголок 70х70х6 мм, *N=20982 кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =75 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в верхнем поясе, тогда катет будет равен:



тогда необходимая длина шва по обушку: 

Допустимая длина  полностью утопленная косынка не подходит.

Выберем косынку с вырезами.

Примем К=0.6 см, тогда 

Допустимая длина  расчет верен.

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.6 см.



Допустимая длина  расчет верен.

***3.2 Узел 5.***

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

16

ТС – 42.012.

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки ее угловой косынке, будем вести по формуле:



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для стойки 5/6, уголок 70х70х6 мм, *N=12851 кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Допустимая длина  расчет верен.

Для раскоса 5/8, уголок 45х45х5 мм, *N=9425 кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =45 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Так как длина шва по перу и меньше 40мм, что меньше допускаемой для фланговых швов, то принимаем: *lп*=40мм.

Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в нижнем поясе, тогда катет будет равен:



тогда необходимая длина шва по обушку: 

Допустимая длина  расчет верен.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

ТС – 42.012.

Примем К=0.45 см.



Т.к.  расчет произведен верно.

***3.3 Узел 7.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки к косынке, будем вести по формуле



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для стойки 7/8, уголок 56x56x5, *N=-6120кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* *=56 мм*.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Так как длина шва по перу и обушку меньше 40мм, что меньше допускаемой для фланговых швов, то принимаем: *lоб*= *lп* =40мм.

Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в верхнем поясе, тогда катет будет равен:



тогда необходимая длина шва по обушку: 

принимаем: длину шва по обушку *lоб*=40мм.

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.45 см.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

ТС – 42.012.



Т.к.  расчет произведен верно.

***3.4 Узел 2.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки к косынке, будем вести по формуле



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для стойки 1/2, уголок 70x70x6, *N=-21620кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Для раскоса 2-4, уголок 63x63x6, *N=-22898кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.



Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в верхнем поясе, тогда катет будет равен:

тогда необходимая длина шва по обушку: 

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

19

ТС – 42.012.

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.45 см.



Т.к.  расчет произведен верно.

***3.5 Узел 8.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки ее угловой косынке, будем вести по формуле:



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для раскоса 5/8, уголок 45х45х5 мм, *N=9425 кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =45 мм



Принимаем: длину шва *lп*=40мм

Для раскоса 8/9, уголок 75х75х5 мм, *N=-24 кг*, ,

 - общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =75 мм.

Длины швов по перу и по обушку принимаем минимально возможные по 40 мм.

Для стойки 7/8, уголок 56x56x5, *N=-6120кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* *=56 мм*. 

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

ТС – 42.012.

Так как длина шва по перу и обушку меньше 40мм, что меньше допускаемой для фланговых швов, то принимаем: *lоб*= *lп* =40мм.

Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в нижнем поясе, тогда катет будет равен:



тогда необходимая длина шва по обушку: 

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.4 см.



Т.к.  расчет произведен верно.

***3.6 Узел 6.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки ее угловой косынке, будем вести по формуле:



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для раскоса 3/6, уголок 70х70х6 мм, *N=20982 кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =75 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Допустимая длина  расчет верен.

Для стойки 5/6, уголок 70х70х6 мм, *N=12851 кг*, ,

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

21

ТС – 42.012.

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Допустимая длина  расчет верен.

Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в нижнем поясе, тогда катет будет равен:



тогда необходимая длина шва по обушку: 

Допустимая длина  полностью утопленная косынка не подходит.

Выберем косынку с вырезами.

Примем К=0.6 см, тогда 

Допустимая длина  расчет верен.

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.6 см.



Т.к.  расчет произведен верно.

***3.7 Узел 4.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки ее угловой косынке, будем вести по формуле:



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

ТС – 42.012.

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для раскоса 2-4, уголок 63x63x6, *N=-22898кг*, ,

- общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.



Допустимая длина  расчет верен.

Для стойки 3/4 уголок 70x70x6, *N=-18919 кг*, ,

- общая длина швов;

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.

Длины швов по перу и по обушку зависят от распределения усилий. Для равнобокого уголка по обушку 0,7, а по перу 0,3 согласно табл. 8 [1].



Допустимая длина  расчет верен.

Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в нижнем поясе, тогда катет будет равен:



тогда необходимая длина шва по обушку: 

Допустимая длина  полностью утопленная косынка не подходит.

Выберем косынку с вырезами.

Примем К=0.6 см, тогда 

Допустимая длина  расчет верен.

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.6 см.



Т.к.  расчет произведен верно.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

23

ТС – 42.012.

***3.8 Узел 9.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки ее угловой косынке, будем вести по формуле:



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для раскоса 8/9, уголок 75х75х5 мм, *N=-24 кг*, ,

 - общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =75 мм.

Длины швов по перу и по обушку принимаем минимально возможные по 40 мм.

Для раскоса 9/18, уголок 75х75х5 мм, *N=-24 кг*, ,

 - общая длина швов

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =75 мм.

Длины швов по перу и по обушку принимаем минимально возможные по 40 мм.

Для стойки 9/10 уголок 63x63x6, *N=0 кг*, ,

- общая длина швов;

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =63 мм.

Длины швов по перу и по обушку принимаем минимально возможные по 40 мм.

Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в верхнем поясе, тогда катет будет равен:



Найдем расчетное усилие в плане пояса:



Где Рп- нагрузка в пограничном поясе;

α- угол между перпендикуляром и уклоном фермы;

Рпол – полная нагрузка, приложенная в узел



тогда необходимая длина шва по обушку: 

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

24

ТС – 42.012.

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.45 см.



Т.к.  расчет произведен верно

Чтобы сохранить жесткость монтажного стыка перекроем его листовыми накладками. Длину накладок примем такой же, как и длина швов, прикрепляющих их. Рассчитаем длину швов, прикрепляющих эти накладки





Так как ферма симметрична, то накладки будут симметричными. Для каждой пары стыкуемых поверхностей необходимо делать не менее двух отверстий под сборочные болты для облегчения наводки и совмещении стыкуемых элементов

***3.9 Узел 10.***

Проектирование начнем с расчета необходимой длины швов по обушку и по перу каждого присоединяемого уголка.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки ее угловой косынке, будем вести по формуле:



гдеN - расчетное усилие, кг;

β=0,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ— высота углового шва;

δ — толщина уголка;

- допускаемое напряжение шва при срезе.

Для стойки 9/10 уголок 63x63x6, *N=0 кг*, ,

- общая длина швов;

Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =63 мм.

Длины швов по перу и по обушку принимаем минимально возможные по 40 мм.

Рассчитаем швы, прикрепляющие косынку к поясу:

Примем исполнение косынки полностью утопленной в верхнем поясе, тогда катет будет равен:



тогда необходимая длина шва по обушку: 

Так как длина шва по обушку меньше 40мм, что меньше допускаемой для фланговых швов, то принимаем: *lоб* =40мм.

Рассчитаем шов по перу. Примем К=0.4 см.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

ТС – 42.012.



Так как длина шва по перу меньше 40мм, что меньше допускаемой для фланговых швов, то принимаем: *lоб* =40мм.

Чтобы сохранить жесткость монтажного стыка перекроем его листовыми накладками. Длину накладок примем такой же, как и длина швов, прикрепляющих их. Рассчитаем длину швов, прикрепляющих эти накладки





Так как ферма симметрична, то накладки будут симметричными. Для каждой пары стыкуемых поверхностей необходимо делать не менее двух отверстий под сборочные болты для облегчения наводки и совмещении стыкуемых элементов

Опорный узел1

При проектировании опорных узлов необходимо соблюдать 2 дополнительных

 правила:

 а)опорная реякция должна проходить через центр узла;

 б)сжатый опорный раскос должен проходить над опорной реакцией не
прерываясь, чтобы исключить потерю устойчивости в косынке.

Найдем параметры опорной плиты.



*R=16240кг*

 

 

Соотношение длины к ширине выбираю 1.Тогда l=220 , b=220 мм ,δ=20мм

Рассчитаем необходимые длины швов для прикрепления каждого из присоединяемых элементов.

Расчет длины швов, прикрепляющих элемент решетки к угловой косынке, будем вести по формуле:



где Р - расчетное усилие, кг;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

ТС – 42.012.

(β=О,7 - коэффициент проплавления при Р.Д.С.;

К=0,8δ - высота углового шва;

δ — толщина уголка;

Для стоики ½, уголок 70x70x5 *N=-21620 кг*, 

- допускаемое напряжение шва при срезе.

 *P=3060кг*



Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.



Для нижнего пояса уголок 1/4 



Длину лобового шва *lл* примем равной высоте полки уголка: *lл* =70 мм.

Длины швов по перу и по обушку принимаем равной 40 мм.

Рассчитаем косынку

На шов, прикрепляющий косынку к опорной плите, нагрузки со стороны стержней не действуют, а действуют лишь нагрузки реакции опоры. Примем длину шва равную длине опорной плиты.



Примем размер плиты 220x220 мм, примем длину шва равной длине плиты, *l*=220 мм.

Примем толщину ребра 12 мм, согласно толщине косынки.

Рассчитаем длину швов, прикрепляющих ребра к плите и к перьям раскоса. Примем катет шва 6 мм.



Ребро приваривается по перу раскоса и к опорной плите

**4.РАСЧЕТ СУХАРЕЙ**

4.1 Для верхнего пояса: , сжатый





Найдем количество сухарей:

;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

ТС – 42.012.

Примем количество сухарей 1, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.2 Для нижнего пояса: растянутый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 1, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.3Для стоики 1/2 и 11/12: 70x70x6 сжатый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 2, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

28

ТС – 42.012.



4.4 Для стоики 3/4 и 13/14: 70x70x6 сжатый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 2, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.5 Для стоики 5/6 и 15/16: 70x70x6 сжатый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 2, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.6 Для стоики 7/8 и 17/18: 56x56x5 сжатый





Найдем количество сухарей:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

29

ТС – 42.012.

;

Примем количество сухарей 4, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.7 Для стоики 9/10 : 63x63x6 растянутый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 1, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.8 Для раскоса2/4 и 12/14: растянутый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 1, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.9 Для раскоса3/6 и 13/16:  растянутый

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

30

ТС – 42.012.





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 2, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.10 Для раскоса5/8 и 15/18:  растянутый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 3, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



4.11 Для раскоса 8/9 и 9/18:  сжатый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 4, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

31

ТС – 42.012.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

32

ТС – 42.012.



4.12 Для нижнего и верхнего пояса вертикальной связи сжатый





Найдем количество сухарей:

;

Примем количество сухарей 6, тогда расстояние между сухарями

;

Длина сухаря 80 мм.

Рассчитаем высоту сухаря



Список литературы:

1. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1982. 272 с.
2. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1983. 344 с.
3. Мандриков А.П., Лялин И.М. Проектирование металлических конструкций: Учебное пособие. М.: Стройиздат, 1973.
4. Васильев А.А. Металлические конструкции: Учебное пособие. М.: Стройиздат, 1968.
5. СниП-П-23-81. Стальные конструкции.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

32

ТС – 42.012.