**Подбор сечения нижней части колонны**

Сечение нижней части колонны сквозное, состоящее из двух ветвей, соединенных решеткой. Высота сечения hH=1500 мм. Подкрановую ветвь колонны принимаем из широкополочного двутавра, наружную - составного сварного сечения из трех листов.

Определим ориентировочное положение центра тяжести. Принимаем z=5см; h0=h—z0=150-5=145 см;



Усилия в ветвях

В подкрановой ветви Nв1= 1788⋅63/145+93800/145=1424 кН.

В наружной ветви Nв2=1845⋅82/145+122700/145=1890 кН.

Oпределяем требуемую площадь ветвей и назначаем сечение.

Для подкрановой ветви Aв1=Nв1/φRγ; задаемся φ=0,80; R=240МПа=24кН/см2 (сталь С245), тогда Aв1=1424/0,80⋅24=74,2 см2.

По сортаменту подбираем двутавр 45Б1;

Aв1=74,6 см2; ix1=3,79 см; iy= 18,2 см.

Для наружной ветви Aв2 =Nв2/φRγ =1890/0,8⋅24=98,5см2

Для удобства прикрепления элементов решетки просвет между внутренними гранями полок принимаем таким же, как в подкрановой ветви (423 мм). Толщину стенки швеллера tст для удобства ее соединения встык с полкой надкрановой части колонны принимаем равной 12 мм; высота стенки из условия размещения сварных швов hст= 460 мм.

Требуемая площадь полок



Из условия местной устойчивости полки швеллера

bп/tп<(0,38 + 0,08λ)=15. Принимаем bп=18см; tп=1,4см; Ап=25,2см2.



Геометрические характеристики ветви:

⋅



Уточняем положение центра тяжести сечения колонны:



Отличие от первоначально принятых размеров мало, поэтому усилия в ветвях не пересчитываем.

***Проверка устойчивости ветвей:***

из плоскости рамы (относительно оси *y—y)* ly=1130 см.

Подкрановая ветвь:



Наружная ветвь:



Из условия равноустойчивости подкрановой ветви в плоскости и из плоскости рамы определяем требуемое расстояние между узлами решетки: λx1=lb1/ix1=λ=65 lb1=65ix1=65⋅ 3,79=246 см.

Принимаем lb1=220 см, разделив нижнюю часть колонны на целое число панелей. Проверяем устойчивость ветвей в плоскости рамы (относительно осей х1—x1 и х2—x2*).*

Для подкрановой ветви



Для наружной ветви



***Расчет решетки подкрановой части колонны.***

Поперечная сила в сечении колонны Qmax=197.4кН.

Qусл=0,2⋅А=0,2⋅(74,6+105,6)=36кН<Qmax=197.4кН

Расчет решетки проводим на Qmax.Усилие сжатия в раскосе



α=53° (угол наклона раскоса). Задаемся λр= 100; φ=0,56.

Требуемая площадь раскоса



γ=0,75(сжатый уголок, прикрепляемый одной полкой).

Принимаем └ 90х7

АР=12,3см2; *imin*=1,78; λmax=lp/*imin*=220/1,78=105; lp=hH/sinα=150/0.8=187.5

φ=0,54



Проверка устойчивости колонны в плоскости действия момента как единого стержня Геометрические характеристики всего сечения:



Коэффициент α1 зависит от угла наклона раскосов; при α=45...60° можно принять α1=27, Ap1=2Ap=2⋅12,3=24,6 см2—площадь сечения раскосов по двум граням сечения колонны;



Для комбинации усилий, догружающих наружную ветвь (сечение 4-4), N2=1845 кН; М2=1227 кН⋅м;



Для комбинации усилий, догружающих подкрановую ветвь (сечение 3-3), N1=938 кН; М1= 1788 кН⋅м;



Устойчивость сквозной колонны как единого стержня из плоскости действия момента проверять не нужно, так как она обеспечена проверкой устойчивости отдельных ветвей.

Расчет и конструирование узла сопряжения верхней и нижней частей колонны.

Расчетные комбинации усилий в сечении над уступом:

1) M=+375 кН⋅м; N=164 кН;

2) M=-197,5 кН⋅м; N=344 кН;

Давление кранов Dmax=1564 кН.

Прочность стыкового шва проверяем по нормальным напряжениям в крайних точках сечения надкрановой части. Площадь шва равна площади сечения колонны.

1-я комбинация М и N;

наружная полка



внутренняя полка



2-я комбинация М и N;

наружная полка

внутренняя полка



Толщину стенки траверсы определяем из условия смятия по формуле:



Принимаем tтр=1,4см.

Усилие во внутренней полке верхней части колонны (2-я комбинация)



Длина шва крепления вертикального ребра траверсы к стенке траверсы *(lш2)*



Применяем полуавтоматическую сварку проволокой марки Св-08А, d=l,4...2 ми, βш=0,9; βс=1,05. Назначаем kw==4 мм; γywCB=γycCB=1; RywCB=180 МПа==18 кН/см2; RycCB= 165 МПа = 16,5 кН/см2;



В стенке подкрановой ветви делаем прорезь, в которую заводим стенку траверсы. Для расчета шва крепления траверсы к подкрановой ветви *(lшЗ)* составляем комбинацию усилий, дающую наибольшую опорную реакцию траверсы. Такой комбинацией будет сочетание 1, 2, 5\*, N=380кН, M=-219.5кН⋅м. Усилие во внутренней полке верхней части колонны (2-я комбинация)



Коэффициент 0,9 учитывает, что усилия M и N приняты для 2-ого

основного сочетания нагрузок. Требуемая длина шва



Из условия прочности стенки подкрановой ветви в месте крепления траверсы определяем высоту траверсы hтр:



tCT.B=7.6мм – Толщина стенки 45Б1; Rср=14 кН/см2 – Расчетное сопротивление срезу. Принимаю hтр=80см.

Проверим прочность траверсы как балки, нагруженной усилиями N, M и DMAX.Нижний пояс траверсы принимаем конструктивно из листа 420х12мм, верхнее горизонтальное ребро из двух листов 180х12мм. Найдем геометрические характеристики траверсы. Положение центра тяжести траверсы:



Максимальный изгибающий момент в траверсе возникает при 2-й комбинации усилий:



Максимальная поперечная сила в траверсе с учетом усилия от кранов:



Коэффициент k=1,2 учитывает неравномерную передачу кранового усилия.



***Расчет и конструирование базы колонны.***

Ширина нижней части колонны превышает 1 м, поэтому проектируем базу раздельного типа.

Расчетные комбинации усилий в нижнем сечении колонны (сечение 4-4*):*

1) M=1227 кН⋅м; N=1845 кН (для расчета базы наружной ветви);

2) М=-560 кН⋅м; N =221 кН (для расчета базы подкрановой ветви).



База наружной ветви*.* Требуемая площадь плиты



По конструктивным соображениям свес плиты c2 должен быть не менее 4см.\_ТогдаB>bк+2с2=45,1+2⋅4=53,1см,\_принимаемB=55см; Lтp=Aпл.тp/B=2100/55=38,2см, принимаем L==40 см;

Aпл.Факт=40⋅55=2200 cм2>Aпл.тp

Среднее напряжение в бетоне под плитой



Из условия симметричного расположения траверс относительно центра тяжести ветви расстояние между траверсами в свету равно: 2(bn+tct-Zo)= =2⋅(18+1,4-5)=28,8см.

при толщине траверсы 12 мм c1=(40-28,8-2⋅1,2)/2=4,4 см.

Определяем изгибающие моменты на отдельных участках плиты

участок 1 (консольный свес с=с1=4,4см)



участок 2 (консольный свес с=c2=5 см)



участок 3 (плита опертая на четыре стороны b/a=42,3/18=2,35>2; α=0,125)

M3=ασфa2=0,125⋅0,864⋅182=35кН⋅см

участок 4 (плита опертая на четыре стороны b/a=42,3/8,2=5,16>2; α=0,125); M4=ασфa2=0,125⋅0,864⋅8,22=7,26кН⋅см

Принимаем для расчета Мmax=Мз=35 кН⋅см

Требуемая толщина плиты:



Принимаем tпл=32 мм (2 мм — припуск на фрезеровку).

Высоту траверсы определяем из условия размещения шва крепления траверсы к ветви колонны. В запас прочности все усилие в ветви передаем на траверсы через 4 угловых шва. Сварка полуавтоматическая проволокой марки Св-08А, d=l,4...2 мм; kш= 8 мм. Требуемая длина шва определяется по формуле



Принимаем htp=40 см.