

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/kurovaya-rabota/136037>

**Тип работы:** Курсовая работа

**Предмет:** Металлургия

Оглавление

Исходные данные 3

1. Расчет рамы 4

1.1. Вертикальные размеры здания 4

1.2. Горизонтальные размеры здания 5

1.3. Сбор нагрузок на поперечную раму каркаса 5

1.4. Статический расчет поперечной рамы 11

2. Расчет и конструирование ступенчатой колонны 25

2.1. Исходные данные для расчета ступенчатой колонны 25

2.2. Определение расчетных длин колонны 25

2.3. Подбор сечения верхней части колонны 26

2.3.1. Выбор типа сечения верхней части колонны 26

2.3.2. Проверка устойчивости верхней части колонны 28

2.4. Подбор сечения нижней части колонны 29

2.4.1. Выбор типа сечения нижней части колонны 29

2.4.2. Проверка устойчивости нижней части колонны 32

2.4.3. Расчет решетки подкрановой части колонны 33

2.4.4. Проверка устойчивости колонны в плоскости действия момента как единого стержня 33

2.5. Расчет и конструирование узла сопряжения верхней и нижней частей колонны 34

2.6. Расчет и конструирование базы колонны 36

2.6.1. Определение расчетных усилий 36

2.6.2. База наружной ветви 36

2.6.3. База подкрановой ветви 38

3. Расчет и конструирование сквозного ригеля (фермы) 41

3.1. Сбор нагрузок на ферму 41

3.2. Определения усилий в стержнях фермы. 45

3.3. Расчет и конструирование узлов стропильных ферм 54

Список литературы 59

Исходные данные

1. Пролет здания  $L=36\text{м}$

2. Длина здания – 90м

3. Шаг поперечных рам – 6м

4. Климатический район строительства – Саратов

5. Здание – отапливаемое

6. Тип кровли - утепляемая по стальному профнастилу, минераловат. плиты

7. Режим работы крана – средний бк

8. Грузоподъемность крана - 160/32т

9. Высота до головки подкранового рельса  $H=12\text{м}$

10. Класс бетона фундамента – В10

11. Два мостовых электрических крана

12. Конструкция колонн: верхняя часть – сплошного сечения, нижняя часть – сквозного сечения

13. Материал несущих конструкций – по указаниям СП 16.13330.2017

14. Соединения элементов конструкций – заводские и монтажные, на сварке и болтах

15. Стены проектируемого здания – самонесущие

1. Расчет рамы

### 1.1. Вертикальные размеры здания

Рисунок 1. Схема рамы здания

- Значение высоты до головки подкранового рельса  $H_1 = 12\text{м}$ ,

- Значение высоты от головки подкранового рельса до низа несущей конструкции

$$H_2 = (H_{кр} + 100) + f$$

$H_{кр}$  – значение высоты крана из ГОСТа на кран в зависимости от грузоподъемности (для  $Q=160/32\text{тн}$ ,  $H_{кр}=4800\text{мм}$ )

100мм – значение запаса

$f$  – значение возможной величины прогиба конструкций (200 ... 400мм)

$$H_2 = [(4800 + 100) + 350] = 5250$$

- Значение высоты от уровня чистого пола до низа несущей конструкции

$$H_0 = H_1 + H_2 = 12000 + 5250 = 17250\text{мм}$$

$H_0=18000$  – что кратно 1,8м (высота стеновой панели)

- Значение высоты верхней части колонны

$$H_v = h_{п.б.} + h_r + H_2$$

$h_{п.б.}$  – значение высоты подкрановой балки ( $h_{п.б.} \approx B/10$ ,  $h_{п.б.} = 1800\text{мм}$ ),

$h_r$  – значение высоты рельса

$h_r = 120 - K_r 170$  для кранов  $Q=160/32\text{т}$

$$H_v = 1800 + 170 + 5250 = 7220\text{мм}$$

- Значение высоты нижней части колонны

$$H_n = H_0 - H_v + h_z$$

$h_z = 600 \dots 1000\text{мм}$  – заглубление колонны ниже уровня чистого пола.

$$H_n = 18000 - 7220 + 1000 = 11780\text{мм}$$

$$H = 11780 + 7220 = 19000\text{мм}$$

$$H_{зд} = 19000 + 3150 + 4500 = 26650\text{мм}$$

### 1.2. Горизонтальные размеры здания

Привязка наружной грани колонны к оси колонны = 0,500 мм.

Высота сечения верхней части ступенчатой колонны принимаю  $h = 700\text{мм}$ .

Для того, чтобы кран при движении вдоль цеха не задевал ограждение расстояние от оси подкрановой балки до оси колонны должно быть не менее:

$$l \geq B_1 + (h_v - a) + 75 = 400 + (700 - 500) + 75 = 675\text{мм} \geq 1200\text{мм}$$

75 – величина зазор между краном и ограждением, по требованиям безопасности принимаю по ГОСТу на краны.

Пролеты кранов  $l_k$  имеют модуль 500 мм, поэтому размер должен быть кратным 250 мм.

Ось подкрановой ветви колонны совмещаем с осью подкрановой балки, тогда высота сечения нижней части колонны:

$$b_H = l + a = 1000 + 500 = 1500\text{мм}$$

$h_H$  .

1500 1310 - удовлетворяет условию жёсткости.

$$\text{Пролет мостового крана } l_k = l - 2a = 36000 - 2 \cdot 1250 = 33500\text{мм}$$

### 1.3. Сбор нагрузок на поперечную раму каркаса

На поперечную раму производственного здания действуют следующие виды нагрузок:

1. постоянный (вес ограждающих и несущих конструкций):

2. временные (от мостовых и подвесных кранов, рабочих площадок, технологического оборудования, атмосферные – снеговая, ветровая).

Расстояние между центрами тяжести верхнего и нижнего участка колонн

Соотношение моментов инерции

Если , то

Сопряжение ригеля с колонной шарнирное (краны режима работы группы 6К, цех однопролетный)

## Постоянная нагрузка

Постоянную нагрузку от веса ограждающих и несущих конструкций покрытия принимают равномерно распределенной по всей длине ригеля. Поскольку фермы из тавров, и они используются в неагрессивной или слабоагрессивной среде, поэтому целесообразно использовать покрытие по стальным прогонам и профилированному стальному листу. Расчетную постоянную нагрузку определяю в табличной форме.

### Таблица 1

#### Сбор нагрузок

Наименование нагрузки Нормативная

кН/м<sup>2</sup>  $\gamma_f$  Расчетная

кН/м<sup>2</sup>

1. Защитный слой из гравия, втопленного в битумную мастику,  $t=15$  мм. 0,3 1,3 0,4

2. Гидроизоляция – трехслойный рубероидный ковер. 0,15 1,3 0,2

3. Пароизоляция 0,05 1,3 0,065

4. Утеплитель, плиты минераловатные 0,3 1,2 0,36

5. Профнастил 0,16 1,1 0,176

6. Собственный вес стропильной фермы

0,2 1,05 0,105

7. Связи покрытия 0,04 1,05 0,040

Итого: 1,2 - 1,346

Погонная нагрузка на ригель рамы, кН/м:

$$q = q_0 \cdot B / \cos \alpha$$

$q_0$  – расчетная нагрузка, кН/м<sup>2</sup>  $B$  – ширина грузовой площади (шаг рам), м.

$$q = 1,346 \cdot 6 / 1 = 8,076 \text{ кН/м.}$$

Опорная реакция ригеля рамы:

Расчетная нагрузка от веса стеновых панелей и остекления и собственного веса колонны:

$$G = (g_{пн} \sum h_{пн} + q_{ост} \sum h_{ост}) \cdot B + G_k,$$

$$G_k = 0,5 \cdot B \cdot L \cdot h \cdot b \cdot \gamma_f,$$

$g_{пн}$  – Значение веса 1 м<sup>2</sup> стеновых панелей, равный 1,1 кН/м<sup>2</sup>

$\sum h_{пн}$  – Значение суммарная высота полос стеновых панелей

$q_{ост}$  – Значение веса 1 м<sup>2</sup> остекления, равный 0,175 кН/м<sup>2</sup>

$\sum h_{ост}$  – Значение суммарной высоты остекления

$G_k$  – Значение собственного веса колонны, кН/м<sup>2</sup>

$q_{кн}$  – Значение расхода стали на колонну, кН/м<sup>2</sup>

$B$  – Значение шага колонн, м

$L$  – Значение длины пролета здания

$\gamma_f$  – Значение коэффициента надежности по нагрузке, равный 1,05.

Верхний участок колонны

Нижний участок колонны

## Снеговая нагрузка

Вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> площади горизонтальной проекции покрытия  $s_0 = 1,5$  кН/м<sup>2</sup>.

При статическом расчете поперечной рамы снеговая нагрузка условно принимается равномерно распределенной по длине ригеля:

$$s = s_0 \cdot \mu \cdot C, \text{ кН/м}^2.$$

$\mu$  – коэффициент, учитывающий конфигурацию кровли здания, так как уклон кровли не более 25°, то  $\mu = 1$

$C$  – термический коэффициент

$k$  – принимается по табл. 6 в [1]  $b$  – ширина покрытия, принимаю не более 100 м.

Линейная распределенная нагрузка от ригеля рамы

$$S=1,5 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0,725=6,525 \text{ кН/м.}$$

Опорная реакция ригеля

Крановая нагрузка

Мостовые краны оказывают сложное воздействие на каркас здания, характеризующееся динамическим и циклическим характером.

Рисунок.2. Линия влияния

Согласно стандарту на мостовые краны:

Значение веса поднимаемого груза -  $Q=160/32 \text{ кН}$ ,

Значение длины пролета крана  $=33,5 \text{ м}$ ,

Значение длины базы крана  $-10500 \text{ мм}$ ,

Значение нагрузки на колесо  $F=331 \text{ кН}$   $F=350 \text{ кН}$ ,

Значение веса тележки  $G_t=461 \text{ кН}$ ,

Значение веса крана с тележкой  $G=1823 \text{ кН}$ ,

Значение нормативного веса подкрановой балки

$$F_k=340,5 \text{ кН},$$

$$F_{k,\min}=(Q+G_t)/n_0 - F_{k,\max}=(160+1823)/4 - 340,5=155,25 \text{ кН}$$

Производственное здание может быть оборудовано некоторым количеством мостовых кранов. Так как их одновременное неблагоприятное воздействие на конкретную поперечную раму маловероятно, то расчет однопролетной рамы производится от двух сближенных кранов.

Расчетное вертикальное давление на раму определяется при наиболее невыгодном для колонн положении кранов на подкрановых балках. Расчетное давление на колонну, к которой приближена грузовая тележка:

$$D_{\max}=\gamma_f \cdot \psi \cdot F_{k,\max} \cdot \sum y.$$

на другую колонну:

$$D_{\min}=\gamma_f \cdot \psi \cdot F_{k,\min} \cdot \sum y.$$

$\psi$  – коэффициент сочетания крановой нагрузки, зависящий от количества учитываемых в расчете кранов и режима их работы так для двух кранов групп.

6К  $\psi=0,85$   $\sum y$  – сумма ординат линии влияния опорного давления на колонну,  $F_{k,\max}$ ,  $F_{k,\min}$  – максимальное и минимальное давление колеса крана на подкрановую балку.

По линии влияния Определяю ординаты (рис.2):

$$\sum y=4,52$$

Силы  $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$  внецентренно сжимают нижнюю часть колонны и передают раму изгибающие моменты:

$$M_{\max}=D_{\max} \cdot e \quad M_{\min}=D_{\min} \cdot e.$$

где  $e$  – эксцентриситет, равный  $0,5h_{кл}$ ,  $e=0,5 \cdot 1,5=0,75 \text{ м}$ .

$$M_{\max}=1467,4 \cdot 0,75=1100,55 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\min}=645,3 \cdot 0,75=484 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Нормативная горизонтальная нагрузка на колесо крана  $T_k$ , направленная поперек кранового пути, вызываемая торможением тележки, принимается равной:

$$T_k=\mu \cdot (Q+G_t)/n_0,$$

$\mu$  коэффициент трения, равный для тележки с гибким подвесом груза  $0,1$   $Q$  – грузоподъемность крана  $G_t$  – вес тележки  $n_0$  – число колес крана с одной стороны.

$$T_k=0,05(1600+461)/4=25,8 \text{ кН}.$$

Расчетная горизонтальная поперечная сила на колонну:

$$T=\gamma_f \cdot \psi \cdot T_k \cdot \sum y,$$

вычисляется при том же положении кранов и передается на раму в уровне тормозного настила. Эта сила может быть приложена как к левой, так и к правой колонне и направлена как внутрь пролета так и наоборот.

$$T=1,1 \cdot 0,85 \cdot 25,8 \cdot 4,52=109 \text{ кН}.$$

Ветровая нагрузка

Нормативное давление ветра принято  $0,38$ .

нормативное значение основной ветровой нагрузки  
 нормативное значение средней составляющей  
 нормативное значение пульсационной составляющей  
 расчетная линейная ветровая нагрузка  
 давление ветра  
 - коэффициент надежности по нагрузке  
 коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте (тип местности В)  
 С – аэродинамический коэффициент ( 0,8 для наветренной и 0,5 для подветренной)  
 -коэффициент пульсаций давления ветра  
 коэффициент корреляции ветровой нагрузки

Равномерно распределенная по высоте нагрузка

Сосредоточенные силы от ветровой нагрузки на колонну

1.4.Статический расчет поперечной рамы  
 Постоянная нагрузка

Рисунок.3. Основная система по методу перемещений

Рисунок .4 Расчетная схема загрузений от постоянной нагрузки  
 Значение сосредоточенного момента из-за смещения осей верхней и нижней частей колонны

Находим параметры  $n=1 \cdot 5=0,2$

Значение момента от поворота углов на  $\varphi=1$  равны

$$M_A = k_A \cdot i = 0,922i$$

$$M_C = k_C \cdot i = -0,218i$$

$$M_B = k_B \cdot i = -1,006i$$

$$M_{BP} = 2E \cdot I_P \cdot H / L \cdot H = 8 \cdot i \cdot H / L = 8 \cdot 19 / 36 = 4,22i$$

-Момент от нагрузки на стойках  $M_P$

$$M_A = k_{AM} = 0,218 \cdot (-74,644) = -16,3 \text{ кНм}$$

$$M_B = k_{BM} = -0,224 \cdot (-74,644) = 16,7 \text{ кНм}$$

$$M_C = k_{CM} = -0,647 \cdot (-74,644) = 48,3 \text{ кНм}$$

$$M_{CB} = (k_C + 1)M = (-0,647 + 1) \cdot (-74,644) = -26,3 \text{ кНм}$$

□ Моменты на опорах ригеля ( заземленная балка постоянного по длине сечения):

$$M_{BP} = -qL^2/12 = -8,076 \cdot 362/12 = -872,2 \text{ кНм}$$

Определение  $r_{11}$  и  $r_{1p}$

$$r_{11} = M_B + M_{BP} = 1,006 \cdot i + 4,22 \cdot i = 5,226i \text{ ( поэпюре } M_1)$$

$$r_{1p} = M_B + M_{BP} = -16,7 - 872,2 = -888,9 \text{ ( поэпюре } M_p)$$

Значение угла поворота

$$\varphi = -r_{1p}/r_{11} = 888,9/5,226 \cdot i = 170,1/i$$

Значение моментов от фактического угла поворота (  $M_{1\varphi}$  ) равны:

$$M_A = 0,965 \cdot i \cdot 170,1/i = 164,2 \text{ кНм}$$

$$M_C = -0,218 \cdot i \cdot 170,1/i = -37,1 \text{ кНм}$$

$$M_B = 1,006 \cdot i \cdot 170,1/i = -171,1 \text{ кНм}$$

$$M_{BP} = 4,22 \cdot i \cdot 170,1/i = 717,8 \text{ кНм}$$

Эпюра моментов (  $M_{1\varphi} + M_p$  ) от постоянной нагрузки:

$$M_A = 164,2 - 16,3 = 147,9 \text{ кНм}$$

$$MB = -171,1 + 16,7 = -154,4 \text{ кНм}$$

$$MBP = 717,8 - 872,2 = -154,4 \text{ кНм}$$

$$MCB = -37,1 - 26,3 = -63,4 \text{ кНм}$$

$$MCH = -37,1 + 48,3 = 11,2 \text{ кНм}$$

Рисунок.5. Эпюры моментов, поперечных и продольных сил от постоянной нагрузки

$$MB = -154,4 \text{ кНм} = MBP = 154,4 \text{ кНм}$$

Равенство перепада эпюры моментов в точке С внешнему моменту:

$$MCB - MCH = -63,4 - 11,2 = -74,6 \text{ кНм} = M = -74,644 \text{ кНм}$$

Равенство поперечных сил на верхней и нижних частях колонны:

$$QAC = -(147,9 + 11,2) / 11,78 = -13,5 \text{ кН}$$

$$QBC = -(154,4 - 64,3) / 7,22 = -12,5 \text{ кН}$$

$$Q_{\text{риглев}} = FR = 145,4 \text{ кН}$$

$$Q_{\text{ригправ}} = -FR = -145,4 \text{ кН}$$

Продольные силы:

$$NB = -FR = -145,42 \text{ кН}$$

$$NC = NB + F_1 = -145,4 - 41,21 = -186,61 \text{ кН}$$

Список литературы

1. Кудишин Ю.И. Металлические конструкции. 2007.
2. Металлические конструкции. Под ред. Г. С. Веденикова. М., 1998.
3. СП 16.133-2017 Нормы проектирования. Стальные конструкции.
4. СП 20.13330-2016. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия. М
5. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции). М., 1985.
6. Справочник проектировщика. Металлические конструкции. Кузнецов В.В. и коллектив. М., изд-во АСВ, 1998.
7. Свод правил СП 53-102-2004. Общие правила проектирования стальных конструкций.,

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/kurovaya-rabota/136037>