

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
в г. Нижневартовске

Кафедра «Информатика»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА  
РЕЦЕНЗЕНТ

Директор по производству  
\_\_\_\_\_  
/ С.А. Новрузов /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.  
М.П.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой «Информатика»  
к. физ.-мат. н.  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ / А.В. Ялаев /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## Строительство блока ремонтно-механических мастер- ских

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЮУрГУ- 08.03.01. 2018.369.ПЗ ВКР

Консультанты

Архитектурно-планировочный раздел  
вед. архитектор

\_\_\_\_\_ / Е.С. Осинцева /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Расчетно-конструктивный раздел

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ / С.Г. Пономарева /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Организационно-технологический раздел

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ / С.Г. Пономарева /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Экономический раздел

старший преподаватель

\_\_\_\_\_ / О.В. Латвина /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Безопасность жизнедеятельности

к. физ.-мат. н.

\_\_\_\_\_ / А.В. Ялаев /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель работы

Зам. директора ЗАО «НСД»

\_\_\_\_\_ / Л.А. Романова /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор работы

студент группы 527

\_\_\_\_\_ / М.Н. Василевский /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер

старший преподаватель

\_\_\_\_\_ / О.В. Латвина /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нижневартовск 2018



|       |   |
|-------|---|
| 3.3.5 | Расчет временного энергоснабжения.....  |
| 3.3.6 | Расчет внешнего освещения.....  |
| 3.4   | Общие мероприятия по производству работ.....  |
| 3.5   | Мероприятия по технике безопасности.....  |
| 4.    | Экономический раздел.....   |
| 4.1   | Общие положения.....  |
| 4.2   | Общие сведения для составления сметной документации в составе про-<br>екта.....           |
| 4.3   | Объектная смета.....  |
| 4.4   | Сметный сметный расчет стоимости строительства.....                                       |
| 5.    | Безопасность жизнедеятельности.....   |
| 5.1   | Анализ опасных и вредных производственных факторов при электро-<br>сварочных работах..... |
| 5.2   | Экологическая безопасность.....   |
| 5.3   | Расчет грузозахватных механизмов.....   |
|       | Заключение.....   |
|       | Библиографический список.....   |

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



- выбрать и обосновать решения по технологии и организации строительства здания;

- просчитать варианты из монолитного железобетона и металлических конструкций;

- произвести технико-экономическое сравнение и выбор вариантов колонн каркаса здания;

- составить сметные расчеты на общестроительные работы;

- при расчетах применить автоматизацию: статические расчеты ригеля, колонны произвести при помощи программного продукта «Ли́ра - 9.6»; расчёт фундамента выполнить в программном продукте «Фундамент - 13.3»; сметный раздел выполнить при помощи программного комплекса «Гранд-СМЕТА».

- графическую часть выполнить в программном продукте «AutoCAD-2014»;

- описать требования безопасности при выполнении работ и необходимые мероприятия по охране окружающей среды во время строительства объекта.

Предметом работы является строительство блока ремонтно-механических мастерских Ханты – Мансийского автономного округа.

Практическая применимость данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке наиболее оптимального проекта быстровозводимого промышленного здания.

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

# 1. Архитектурно-планировочный раздел

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |













Горячее водоснабжение предусмотрено от водонагревателя ЭВНП.

Для создания давления в сети запроектирован насос WiloMultiCargoFMS-304.

#### *Канализация*

Отвод сточных вод от санитарных приборов осуществляется внутренней системой канализации. Внутренние сети запроектированы из полиэтиленовых труб низкого давления (ПНД) ф 100/50мм, расположенных открыто и в полу в каналах.

Сброс стоков осуществляется в септик с последующим вывозом на очистные сооружения.

#### *Отопление и вентиляция*

Отопление запроектировано водяное с местными нагревательными приборами – конвекторами типа «Комфорт 20»

Теплоноситель приготавливается в электронагревателе индукционного типа «Эдисон». Узел нагрева «Титан» собирается и проверяется в заводских условиях.

Расширительный бак устанавливается на опорах узла.

Электронный датчик уровня теплоносителя в системе отопления устанавливается в высших точках системы.

Для заполнения циркуляционного контура отопления использовать дистиллированную воду или антифриз.

Вентиляция теплового пункта осуществляется через вытяжную шахту. Приток через неплотности окон.

Установленная мощность эл.двигателя – 32 кВт

Расход тепла на отопление – 19500 Вт (ккал/час).

#### *Пожарная сигнализация*

Пожарная сигнализация выполнена путем установки с подвесом на стальной провод извещателей тепловых типа ИП 103-3 А2-1М.

Ручной пожарный извещатель ИПР установить на высоте 1.5м от уровня пола на выходе.

Шлейфы выполнить кабелем КСППВ 1х2х0,4 с креплением на стальной провод под потолком.

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



- тип ограждающей конструкции (наружные стены, чердачное перекрытие, покрытие или окна);
- климатический район (из задания)
- расчетная температура внутреннего воздуха [26];
- расчетная влажность наружного воздуха.

2. Определение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_o^{tr}$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ .

Определяется по таблице 3 [27] в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства ГСОП,  $^\circ C \cdot сут$ .

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП,  $^\circ C \cdot сут$ , определяют по формуле 2 [27]

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) z_{om}, \quad (1.1)$$

где  $t_g$  - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $^\circ C$ ;

$t_{om}$ ,  $z_{om}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^\circ C$ , и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по СП 131.13330.2012 [18] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8^\circ C$  (определяется для соответствующего района строительства);

3. Выбор конструктивного решения наружной ограждающей конструкции.

Примерное конструктивное решение ограждающей конструкции приведено в задании на проектирование, либо предлагается преподавателем. Ограждающие конструкции должны состоять из нескольких слоев: несущий, утепляющий, облицовочный слои. Необходимо определить расположение утеплителя по отношению к другим слоям, толщина которых известна.

4. Определение толщины утеплителя.

Сопротивление теплопередаче  $R_o^{norm}$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ , однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле 5.1 СП 50.13330.2012 [26]

$$R_o^{norm} = R_o^{tr} m_p, \quad (1.2)$$

где  $R_o^{tr}$  - базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ , следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $^\circ C \cdot сут / год$ , региона строительства и определять по таблице 3 [26];

$m_p$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. Принимаем равным 1.

$$D_i = R_i S_i, \quad (1.3)$$

где  $R_i$  - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



*Исходные данные:*

Назначение здания – блок РММ.

Район строительства – г. Нижневартовск.

- расчетная зимняя температура наружного воздуха в °С равной средней температуре самой холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 –  $t_{н} = - 37^{\circ}\text{C}$ , [18, табл. 3.1]

- расчетная температура наружного воздуха  $t_{от}$  -  $(- 9,9)^{\circ}\text{C}$

- продолжительность отопительного периода  $z_{от}$  - 257сут.

- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха –  $\varphi=55\%$

- зона влажности района строительства – нормальная [18]

- условие эксплуатации – А

Согласно СП 131.13330.2012 [18] таблица 4.1 расчетная средняя температура внутреннего воздуха принимается  $t_{в} = +20^{\circ}\text{C}$ .

*Расчет утеплителя в конструкции стены:*

Требуемое сопротивление теплопередаче  $R_{o}^{тп}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$ , определяется [26, табл.3] в зависимости от градусо–суток отопительного периода района строительства ГСОП,  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$  [ф. 1.1]

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{от}) \cdot z_{от} = (20 - (-9,9)) \cdot 257 = 7684,3 \text{ } ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

Определяем  $R_{o}^{тп}$  [20, табл.3, прим.1]

$$R_{o}^{тп} = 0,0003 \cdot 7684,3 + 1,2 = 3,51 \text{ } (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

Конструктивное решение наружных стен представляет собой:

Наружные стены - трехслойные панели толщиной 150 мм. В качестве утеплителя в панелях используется мин.плита фирмы «ROCWOOL», объемный вес –  $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ , толщина 80 мм, коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,027 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ .

*Определение толщины утеплителя:*

Толщина утеплителя определяется по формуле 1.7:

$$\delta_{ут} = (R_{o}^{тп} / r - 1/\alpha_{в} - \delta_{квр}/\lambda_{квр} - 1/\alpha_{н}) \times \lambda_{ут}$$

где  $R_{o}^{тп}$  – требуемое сопротивление теплопередаче,  $\text{м}^2\text{C}/\text{Вт}$ ;

$r$  – коэффициент теплотехнической однородности;

$\alpha_{в}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

$\alpha_{н}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

$\delta_{бл}$  – толщина блока, м;

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР



$\lambda_{\text{бл}}$  – расчетный коэффициент теплопроводности блока, Вт/(м·°С);

$\lambda_{\text{ут}}$  – расчетный коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С).

Требуемое теплопередаче определено:  $R_o^{mp} = 3,51 \text{ м}^2 \times \text{°С}/\text{Вт}$ .

Коэффициент теплотехнической однородности равен  $r = 0,90$  [27, табл.6]

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности [26, табл.4]  $\alpha_s = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ .

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности [26, табл.6]  $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$ .

Определяем толщину утеплителя

$$\delta_{\text{ут}} = \left( \frac{3,51}{0,90} - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,15}{0,21} \right) \cdot 0,027 = 0,081 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 0,08 м.

$$R_i = 0,10/0,027 = 3,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$$

Вычисляем коэффициент теплопередаче  $R_0$

$$R_0 = 0,115 + 3,7 + 0,714 + 0,044 = 4,57 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$$

Наружные ограждающие конструкции должны удовлетворять требуемому сопротивлению теплопередаче  $R_o^{mp}$  для однородных конструкций наружного ограждения – и по  $R_0$ , при этом должно соблюдаться условие:

$$R_0 \geq R_o^{mp}$$

$$4,57 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт} > 3,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}, \text{ т.е. условие выполняется.}$$

*Вывод:*

Толщина утеплителя в ограждающей конструкции из трехслойной панели составляет 80 мм. При этом сопротивление теплопередаче наружной стены  $R_0 = 4,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$ , что больше требуемого сопротивления теплопередаче ( $R_o^{mp} = 3,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$ ) на  $1,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$ .

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

## 2. Расчетно-конструктивный раздел

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |





Площадь территории земельного участка, предоставленного для застройки, составляет 2090,42м<sup>2</sup>. В геоморфологическом отношении площадка строительства расположена в пределах III надпойменной террасы реки Оби.

Рельеф площадки ровный, абсолютные отметки поверхности колеблются с 64,82м до 67,30 м в Балтийской системе высот. Южная часть площадки не заболочена и проходит по суходолу, абсолютные отметки поверхности 65,67 – 66,71м.

Центральная часть площадки проходит по суходолу и отсыпана, абсолютные отметки поверхности 65,43 – 67,30 м.

За относительную отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа здания, что соответствует 67,05м.

Таблица 2.1

Физико-механические характеристики грунтов

| Номер слоя | Разновидность грунта  | Плотность грунта, $\rho/\rho_{пл}$ , т/м <sup>3</sup> | Плотность частиц грунта $\rho_s$ , т/м <sup>3</sup> | Природная влажность, W | Граница текучести, W <sub>L</sub> | Граница раскатывания, W <sub>p</sub> | Число пластичности, I <sub>p</sub> | Показатель текучести, J <sub>L</sub> | Коэффициент пористости, e | Степень влажности, S <sub>г</sub> | Удельное сцепление с/сл, кПа | Угол внутреннего трения, $\phi/\phi_{пл}$ , град | Модуль деформации E, МПа |
|------------|---|---|---|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|--------------------------|
|            |   |   |   |                        |                                   |                                      |                                    |                                      |                           |                                   |                              |  |                          |
| 1          | Насыпной грунт средней плотности (суглинок мягкопластичный)           | 1,46<br>1,49  | 2,67  | 91                     | 0,23                              | 0,17                                 | 0,06                               | 0,59                                 | 0,65                      | 0,84                              | 25                           | 19   | 7                        |
| 2          | Торф искусственно-погребенный сильноразложившийся влажный             | 1,08<br>1,4   | 1,8   | 3                      | -                                 | -                                    | -                                  | -                                    | 0,95                      | 0,79                              | 45                           | 9  | 3                        |
| 3          | Суглинок мягкопластичныйслабозаторфованный                            | 1,59<br>1,6   | 2,69  | 41,8                   | 0,23                              | 0,17                                 | 0,06                               | 0,58                                 | 1,35                      | 0,87                              | 28                           | 18   | 10                       |
| 4          | Песок пылеватый средней плотности, влажный                            | 1,5<br>1,57   | 2,70  | 0,21                   | -                                 | -                                    | -                                  | -                                    | 0,6                       | 0,92                              | 6                            | 36   | 28                       |
| 5          | Песок пылеватый средней плотности, водонасыщенный, с прослоями супеси | 1,5<br>1,57   | 2,70  | 0,26                   | -                                 | -                                    | -                                  | -                                    | 0,75                      | 0,26                              | 2                            | 34   | 11                       |
| 6          | Песок средней крупности, плотный, с прослоями супеси, водонасыщенный  | 1,53<br>1,56  | 2,68  | 0,25                   | -                                 | -                                    | -                                  | -                                    | 0,54                      | 0,89                              | 2,1                          | 38   | 40                       |

Геолого-литологическая колонка грунтов  
 М1:100 по вертикали  
 М1:400 по горизонтали

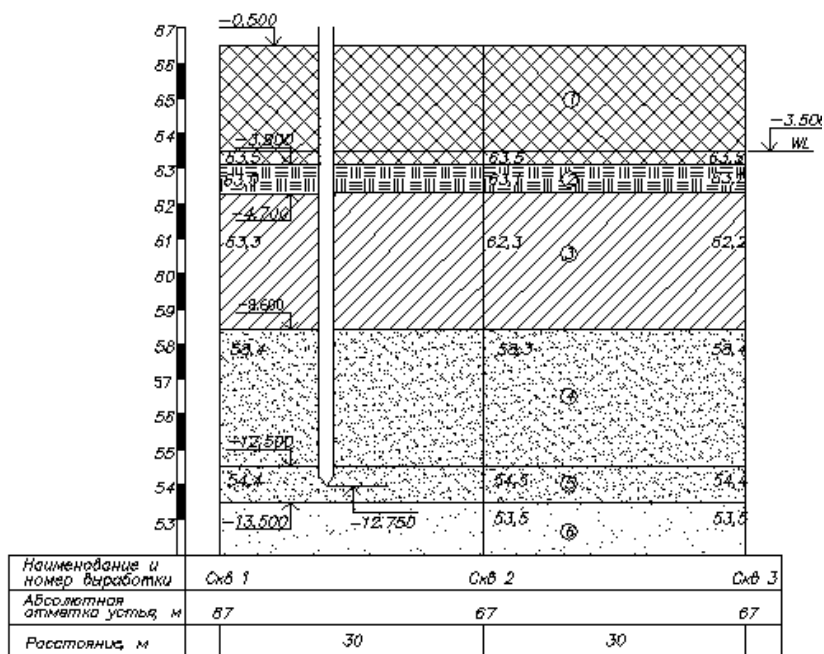


Рисунок 2.1 - Инженерно-геологический разрез

Таблица 2.2

Инженерно-геологические условия строительной площадки

|        |       |   |  |       |
|--------|-------|---|--|-------|
| Скв. 1 | ИГЭ 1 | Насыпной грунт средней плотности (суглинков мягкопластичный)          | $\gamma_{11} = 14,6 \text{ кН/м}^3$ ;<br>$c_{11} = 25 \text{ кПа}$ ; $\varphi_{11} = 19^\circ$ ;<br>$e = 0,65$ ; $E = 7 \text{ МПа}$ . | 3,9 м |
|        | ИГЭ 2 | Торф искусственно-погребенный сильно-разложившийся влажный            | $\gamma_{11} = 13,73 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 45 \text{ кПа}$ ; $\varphi_{11} = 9^\circ$ ; $e = 0,95$ ; $E = 3 \text{ МПа}$ .       | 0,8 м |
|        | ИГЭ 3 | Суглинок мягкопластичный слабозаторфованный                           | $\gamma_{11} = 15,4 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 28 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 18^\circ$ ; $e = 1,35$ ; $E = 10 \text{ МПа}$     | 3,9 м |
|        | ИГЭ 4 | Песок пылеватый средней плотности, влажный                            | $\gamma_{11} = 15,4 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 6 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 36^\circ$ ; $e = 0,6$ ; $E = 28 \text{ МПа}$ .     | 3,9 м |
|        | ИГЭ 5 | Песок пылеватый средней плотности, водонасыщенный, с прослоями супеси | $\gamma_{11} = 17,7 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 2 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 34^\circ$ ; $e = 0,75$ ; $E = 11 \text{ МПа}$ .    | 1,0 м |
|        | ИГЭ 6 | Песок средней крупности, плотный, с прослоями супеси, водонасыщенный  | $\gamma_{11} = 17,7 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 2,1 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 38^\circ$ ; $e = 0,54$ ; $E = 40 \text{ МПа}$    | -     |

Окончание табл. 2.2

|        |       |   |  |       |
|--------|-------|---|--|-------|
| Скв. 2 | ИГЭ 1 | Насыпной грунт средней плотности (суглинок мягкопластичный)           | $\gamma_{11} = 14,6 \text{ кН/м}^3$ ;<br>$c_{11} = 25 \text{ кПа}$ ; $\varphi_{11} = 19^\circ$ ;<br>$e = 0,65$ ; $E = 7 \text{ МПа}$ . | 3,9 м |
|        | ИГЭ 2 | Торф искусственно-погребенный сильно-разложившийся влажный            | $\gamma_{11} = 13,73 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 45 \text{ кПа}$ ; $\varphi_{11} = 9^\circ$ ; $e = 0,95$ ; $E = 3 \text{ МПа}$ .       | 0,8 м |
|        | ИГЭ 3 | Суглинок мягкопластичный слаботорфованный                             | $\gamma_{11} = 15,4 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 28 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 18^\circ$ ; $e = 1,35$ ; $E = 10 \text{ МПа}$     | 3,9 м |
|        | ИГЭ 4 | Песок пылеватый средней плотности, влажный                            | $\gamma_{11} = 15,4 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 6 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 36^\circ$ ; $e = 0,6$ ; $E = 28 \text{ МПа}$ .     | 3,9 м |
|        | ИГЭ 5 | Песок пылеватый средней плотности, водонасыщенный, с прослоями супеси | $\gamma_{11} = 17,7 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 2 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 34^\circ$ ; $e = 0,75$ ; $E = 11 \text{ МПа}$ .    | 1,0 м |
|        | ИГЭ 6 | Песок средней крупности, плотный, с прослоями супеси, водонасыщенный  | $\gamma_{11} = 17,7 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 2,1 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 38^\circ$ ; $e = 0,54$ ; $E = 40 \text{ МПа}$    | -     |
| Скв. 3 | ИГЭ 1 | Насыпной грунт средней плотности (суглинок мягкопластичный)           | $\gamma_{11} = 14,6 \text{ кН/м}^3$ ;<br>$c_{11} = 25 \text{ кПа}$ ; $\varphi_{11} = 19^\circ$ ;<br>$e = 0,65$ ; $E = 7 \text{ МПа}$ . | 3,9 м |
|        | ИГЭ 2 | Торф искусственно-погребенный сильно-разложившийся влажный            | $\gamma_{11} = 13,73 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 45 \text{ кПа}$ ; $\varphi_{11} = 9^\circ$ ; $e = 0,95$ ; $E = 3 \text{ МПа}$ .       | 0,8 м |
|        | ИГЭ 3 | Суглинок мягкопластичный слаботорфованный                             | $\gamma_{11} = 15,4 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 28 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 18^\circ$ ; $e = 1,35$ ; $E = 10 \text{ МПа}$     | 3,9 м |
|        | ИГЭ 4 | Песок пылеватый средней плотности, влажный                            | $\gamma_{11} = 15,4 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 6 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 36^\circ$ ; $e = 0,6$ ; $E = 28 \text{ МПа}$ .     | 3,9 м |
|        | ИГЭ 5 | Песок пылеватый средней плотности, водонасыщенный, с прослоями супеси | $\gamma_{11} = 17,7 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 2 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 34^\circ$ ; $e = 0,75$ ; $E = 11 \text{ МПа}$ .    | 1,0 м |
|        | ИГЭ 6 | Песок средней крупности, плотный, с прослоями супеси, водонасыщенный  | $\gamma_{11} = 17,7 \text{ кН/м}^3$ ; $c_{11} = 2,1 \text{ кПа}$ ;<br>$\varphi_{11} = 38^\circ$ ; $e = 0,54$ ; $E = 40 \text{ МПа}$    | -     |

Для каждого слоя грунта, кроме почвенно-растительного, определяют расчетное сопротивление грунта  $R$  по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \left[ M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{11} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{11}^1 + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{11}^1 + M_c \cdot c_{11} \right] \quad (2.1)$$

где  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  - коэффициенты условий работы принимаем по табл. 5.4 [19];  $k$  - коэффициент, принимаемый равным  $k = 1$ , если прочностные характеристики

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |      |

грунта определены непосредственно испытаниями;  $M_\gamma, M_q, M_c$  - коэффициенты, принимаемые по табл.5.5 [19];  $k_z$  - коэффициент, принимаемый равным: при  $b < 10$  м  $k_z = 1$ ;  $b$  - ширина подошвы фундамента, м.  $\gamma_{11}$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента, кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{11}^1$  - удельный вес грунта во взвешенном состоянии;  $d_b$  - глубина заложения фундаментов;  $c_{11}$  - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа.

Так как размеры фундамента подлежат определению, то для предварительной оценки грунтов основания принимаем ширину подошвы фундаментов условно  $b = 1$  м.

Первое значение  $R$  рассчитывают на глубине  $d_1 = 1,5$  м, для последующих слоев на их границе.

В однородных грунтах значительной мощности ( $h > 3$  м)  $R$  определяют для разных глубин с шагом 2...3 м.

Плотность грунта выше уровня грунтовых вод:

$$\gamma_{11} = \rho_{11} \cdot g, \quad (2.2)$$

где  $\gamma_{11}$  - удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>;  $\rho_{11}$  - плотность грунта;  $g$  - ускорение свободного падения.

Удельный вес грунта : ИГЭ 1 -  $\gamma_{11} = 14,6$  кН/м<sup>3</sup>; ИГЭ 2 -  $\gamma_{11} = 13,73$  кН/м<sup>3</sup>; ИГЭ 3 -  $\gamma_{11} = 15,4$  кН/м<sup>3</sup>; ИГЭ 4 -  $\gamma_{11} = 15,4$  кН/м<sup>3</sup>; ИГЭ 5 -  $\gamma_{11} = 17,7$  кН/м<sup>3</sup>; ИГЭ 6 -  $\gamma_{11} = 17,7$  кН/м<sup>3</sup>.

Ниже уровня грунтовых вод и до водоупора удельный вес грунта определяется с учетом взвешенного действия воды:

$$\gamma_{11}^{636} = \frac{g \cdot \rho_s - g \cdot \rho_w}{1 + e} = \frac{g \cdot (\rho_s - \rho_w)}{1 + e}, \quad (2.3)$$

где  $\rho_s$  - плотность частиц грунта;  $e$  - коэффициент пористости;  $\rho_w$  - плотность воды.

$$\text{ИГЭ 1: } \gamma_{11}^{636} = \frac{9,81 \cdot (2,67 - 1,0)}{1 + 0,65} = 9,92 \text{ кН/м}^3;$$

$$\text{ИГЭ 2: } \gamma_{11}^{636} = \frac{9,81 \cdot (1,8 - 1,0)}{1 + 0,95} = 4,02 \text{ кН/м}^3;$$

$$\text{ИГЭ 3: } \gamma_{11}^{636} = \frac{9,81 \cdot (2,69 - 1,0)}{1 + 1,35} = 7,05 \text{ кН/м}^3;$$

$$\text{ИГЭ 4: } \gamma_{11}^{636} = \frac{9,81 \cdot (2,7 - 1,0)}{1 + 0,6} = 10,4 \text{ кН/м}^3;$$

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |





Удельный вес грунта ниже подошвы фундамента  $\gamma'_{11} = 7,05 \text{ кН/м}^3$ .

Осредненный удельный вес грунта выше подошвы фундамента:

$$\gamma'_{11} = \frac{3,5 \cdot 14,6 + 0,4 \cdot 9,92 + 0,8 \cdot 4,02 + 3,9 \cdot 7,05}{3,5 + 0,4 + 0,8 + 3,9} = 9,97 \text{ кН/м}^3$$

$$R_4 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} \cdot [0,43 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 7,05 + 2,73 \cdot 8,6 \cdot 9,97 + 5,31 \cdot 28] = 424,4 \text{ кПа}$$

Определяем расчетное сопротивление грунта  $R_5$  на глубине  $d_5 = 12,5 \text{ м}$ .

ИГЭ 4- песок пылеватый средней плотности, влажный:

$$\gamma_{c1} = 1,1; \gamma_{c2} = 1; k = 1; M_\gamma = 1,55; M_q = 7,22; M_c = 9,22; k_z = 1; \gamma'_{11} = 10,4 \text{ кН/м}^3; c_{11} = 6 \text{ кПа}, b = 1 \text{ м}.$$

Удельный вес грунта ниже подошвы фундамента  $\gamma'_{11} = 10,4 \text{ кН/м}^3$ .

Осредненный удельный вес грунта выше подошвы фундамента:

$$\gamma'_{11} = \frac{3,5 \cdot 14,6 + 0,4 \cdot 9,92 + 0,8 \cdot 4,02 + 3,9 \cdot 7,05 + 3,9 \cdot 10,4}{3,5 + 0,4 + 0,8 + 3,9 + 3,9} = 10,1 \text{ кН/м}^3$$

$$R_5 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} \cdot [1,55 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10,4 + 7,22 \cdot 12,5 \cdot 10,1 + 9,22 \cdot 6] = 1081,3 \text{ кПа}$$

Определяем расчетное сопротивление грунта  $R_6$  на глубине  $d_6 = 13,5 \text{ м}$ .

ИГЭ 5- песок пылеватый средней плотности, водонасыщенный, с прослоями супеси:

$$\gamma_{c1} = 1,1; \gamma_{c2} = 1; k = 1; M_\gamma = 0,84; M_q = 4,37; M_c = 6,9; k_z = 1; \gamma'_{11} = 9,5 \text{ кН/м}^3; c_{11} = 2 \text{ кПа}, b = 1 \text{ м}.$$

Удельный вес грунта ниже подошвы фундамента  $\gamma'_{11} = 9,5 \text{ кН/м}^3$ .

Осредненный удельный вес грунта выше подошвы фундамента:

$$\gamma'_{11} = \frac{3,5 \cdot 14,6 + 0,4 \cdot 9,92 + 0,8 \cdot 4,02 + 3,9 \cdot 7,05 + 3,9 \cdot 10,4 + 1 \cdot 9,5}{3,5 + 0,4 + 0,8 + 3,9 + 3,9 + 1} = 10,06 \text{ кН/м}^3$$

$$R_6 = \frac{1,1 \cdot 1}{1} \cdot [1,55 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 9,5 + 7,22 \cdot 13,5 \cdot 10,06 + 9,22 \cdot 2] = 1115,08 \text{ кПа}$$

Расчетное сопротивление грунта снования последнего слоя ИГЭ6 не определяем, так как толщина данного слоя не определена.

Вывод: на основе анализа полученных значений расчетного сопротивления грунта основания ( $R_1 - R_6$ ) и значений модуля деформации ( $E_1 - E_6$ ) можно сказать, что грунт пятого слоя обладает максимальной несущей способностью  $R_6 = 1115,08 \text{ кПа}$ . Исходя из послойного анализа значений модуля деформации, наибольшей сжимаемостью обладает грунт второго слоя  $E = 3 \text{ МПа}$ .

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР

## 2.1.5 Расчет фундамента

Расчет фундамента выполнен в программном комплексе «Фундамент – 13.3».

*Результаты расчета*

Тип фундамента - столбчатый на свайном основании.

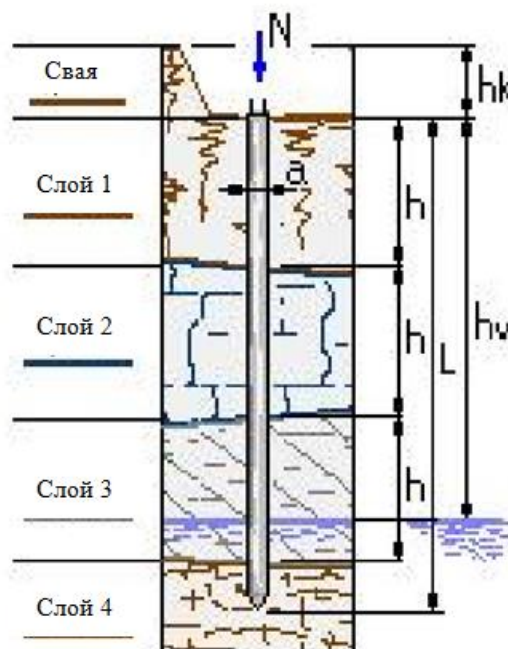


Рисунок 2.2 Геологический разрез грунтов основания

$h_i$  - толщина слоя грунта основания, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи,  $L$  - длина сваи,  $h$  - уровень грунтовых вод,  $h_k$  - глубина котлована,  $N$  - расчетная вертикальная нагрузка,  $a$  - диаметр (сторона) сваи.

*Исходные данные:*

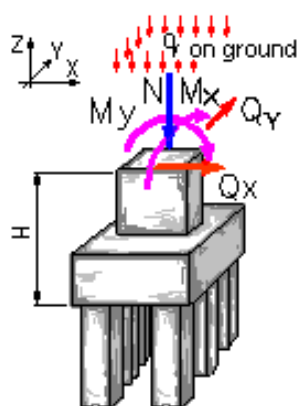


Рисунок 2.3 Схема нагрузки на фундамент

$M_y$  - изгибающий момент,  $N$  - вертикальная нагрузка,  $Q$  - нагрузка на фундамент от надфундаментной части,  $H$  - высота фундамента.

Способ определения несущей способности сваи:

- расчетом (коэффициент надежности по грунту  $G_k=1.4$ );

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР



Максимальная нагрузка на сваю 21,77 тс.

Минимальная нагрузка на сваю 1,85 тс.

Принятый коэффициент надежности по грунту  $G_k = 1,4$ .

*Результаты конструирования*

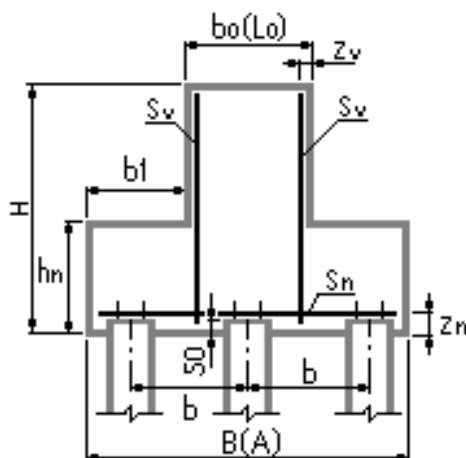


Рисунок 2.5 Геометрические характеристики конструкции фундамента:

$H$  – высота фундамента,  $A$  – заданная длина подошвы,  $B$  – заданная ширина подошвы,  $b_0$  – ширина сечения подколонника,  $L_0$  – длина сечения подколонника,  $h_n$  – высота ступеней фундамента,  $z_v$  – защитный слой подколонника,  $z_n$  – защитный слой арматуры подошвы,  $b_1$  – длина ступени верхней вдоль  $X$ ,  $a_1$  – длина ступени верхней вдоль  $Y$ ,  $b$  – расстояние между осями свай.

Геометрические характеристики конструкции занесены в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Геометрические характеристики конструкции

| Наименование                               | Обозначение | Величина | Ед.измерения |
|--|-------------|----------|--------------|
| Заданная длина подошвы                     | (A)         | 3,3      | м            |
| Заданная ширина подошвы                    | (B)         | 1,5      | м            |
| Ширина сечения подколонника                | (b0)        | 0,9      | м            |
| Длина сечения подколонника                 | (L0)        | 1.2      | м            |
| Высота ступеней фундамента                 | (hn)        | 0,7      | м            |
| Защитный слой подколонника                 | (zv)        | 4,5      | см           |
| Защитный слой арматуры подошвы             | (zn)        | 7,0      | см           |
| Длина ступени верхней вдоль X              | (b1)        | 0,3      | м            |
| Длина ступени верхней вдоль Y              | (a1)        | 1,05     | м            |
| Расстояние между анкерными болтами вдоль X | (ba)        | 0.35     | м            |

|  |       |      |     |
|--|-------|------|-----|
| Расстояние между анкерными болтами вдоль Y | (aa)  | 0.65 | м   |
| Количество болтов                          | (n)   | 4    | шт. |
| Сталь                                      | С 255 |      |     |
| Класс бетона                               | (Rb)  | B15  |     |

### Ростверк ступенчатого вида

По расчету на продавливание сваей несущей способности ростверка достаточно.

По расчету на продавливание подколонником несущей способности подошвы достаточно.

По расчету на продавливание угловой сваей несущей способности ростверка достаточно.

Подошва столбчатого ростверка:

- рабочая арматура вдоль X 34D 20 А-III.

По прочности по нормальному сечению армирование достаточно.

Подошва столбчатого ростверка:

- рабочая арматура вдоль Y 16D 20 А-III.

По прочности по нормальному сечению армирование достаточно.

Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль X:

- вертикальная рабочая арматура 24D 12 А-III.

По прочности по нормальному сечению армирование достаточно.

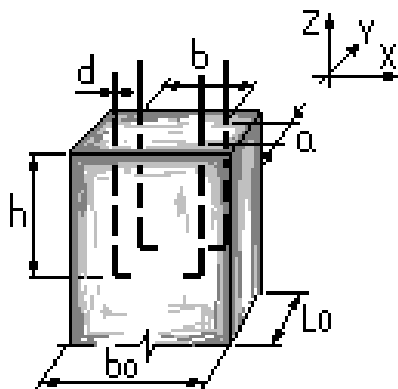
Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль Y:

- вертикальная рабочая арматура 27D 12 А-III.

По прочности по нормальному сечению армирование достаточно.

Рекомендуем анкерные болты с плитой, заделка в бетон (h) не менее 1356,2 мм.

Требуемые по расчету анкерные болты 4 D 56 мм.



$b_0$  - ширина сечения подколонника,  $L_0$  - длина сечения подколонника,  $d$  - диаметр анкерного болта,  $a$  - расстояние между анкерными болтами вдоль Y,  $b$  - расстояние между анкерными болтами вдоль X,  $h$  - высота анкерного болта в теле подколонника.

Рисунок 2.6 Схема конструкции подколонника:

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |









$1,586 < 15$  – условие выполняется.

### Выводы по результатам расчетов

В результате расчета фундамента по I группе предельных состояний устанавливаем, что напряжения под подошвой фундамента не превышают нормативного расчетного сопротивления грунта – суглинка.

По результатам расчета фундамента по II группе предельных состояний, осадка фундамента составила  $S = 1,586 \text{ см} < 15 \text{ см}$ , что является допустимым значением осадки фундамента.

## 2.2 Строительные конструкции

### 2.2.1 Расчет ригеля

Конструктивные размеры и сбор нагрузок на ригель. Схема и сечение ригеля.

Таблица.2.7

Расчет собственного веса  $1 \text{ м}^2$  покрытия

| Наименование  | Нормативная $g_n$ , кг/м <sup>2</sup> | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$ | Расчетная $g_p$ , кг/м <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1   | 2                                     | 3   | 4                                   |
| Постоянная нагрузка   |                                       |   |                                     |
| Трехслойная панель типа «Сэндвич» марки «Изол» (собственный вес панели $1,2 \text{ м} \cdot 6 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 22,57 \text{ кг/м}^2$ ) | 32,5                                  | 1,1   | 35,75                               |
| Металлические прогоны (длина 12м) – швеллер №24, шаг 1900мм   | 24                                    | 1,05  | 25,20                               |
| Уголок $140 \times 140 \times 9$ , $l = 230 \text{ мм}$ , шаг 1900 мм, С255 (вес метра 19,410 кг, $19,410 \cdot 0,23 = 4,5$ )                             | 4,5                                   | 1,05  | 4,73                                |
| Итого:  | 61                                    |   | 65,68                               |
| Временная нагрузка  |                                       |   |                                     |
| Снеговая ( $320 \cdot 0,7 = 224$ )  | 224                                   | 0,7   | 320                                 |
| Всего:  | 270,75                                |   | 370,71                              |

Возможен один вариант загрузки ригеля покрытия (рис.2.11).

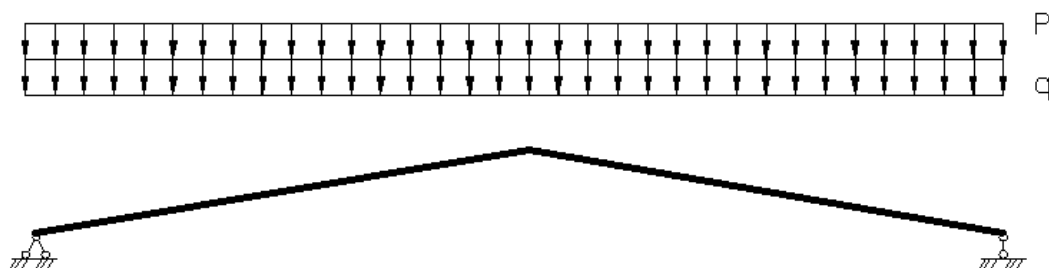


Рисунок 2.11 Сочетание нагрузок действующих на ригель

где  $P$  - расчетная, временная нагрузка на 1 м.п. ригеля;  $q$  - расчетная, постоянная нагрузка на 1 м.п. ригеля, от веса конструкции покрытия.

Временную (снеговую) нагрузку принимаем равномерно распределенной по длине ригеля. Расчетное значение погонной снеговой нагрузки определяем по формуле:

$$P = q_{\text{ср}}^p \cdot B, \quad (2.5)$$

где  $q_{\text{ср}}^p = 320 \text{ кг/ м}^2$  - расчетная, временная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  покрытия кровли (табл. 5.1);  $B = 6 \text{ м}$  - шаг несущих элементов.

$$P = 320 \cdot 6 = 1920 \text{ кг/м}$$

Расчетную постоянную нагрузку на 1 м.п. ригеля определяем по формуле:

$$q = q_{\text{покр}}^p \cdot B, \quad (2.6)$$

где  $q_{\text{покр}}^p = 65,68 \text{ кг/ м}^2$  - расчетная, постоянная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  покрытия от собственного веса конструкции кровли (табл. 5.1);  $B = 6 \text{ м}$  - шаг несущих элементов.

$$q = 65,68 \cdot 6 = 394,08 \text{ кг/м}$$

### Статический расчет ригеля

Статический расчет ригеля выполнен в программном комплексе «Лири - 9.2».

Нагрузка на 1 м.п. ригеля:

- постоянная  $q = 394,08 \text{ кг/м}$ ;
- временная  $P = 1920 \text{ кг/м}$ .

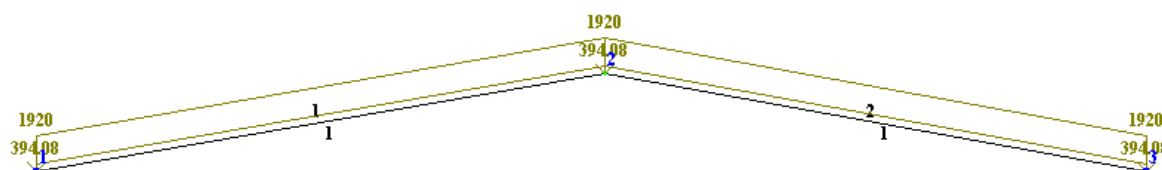
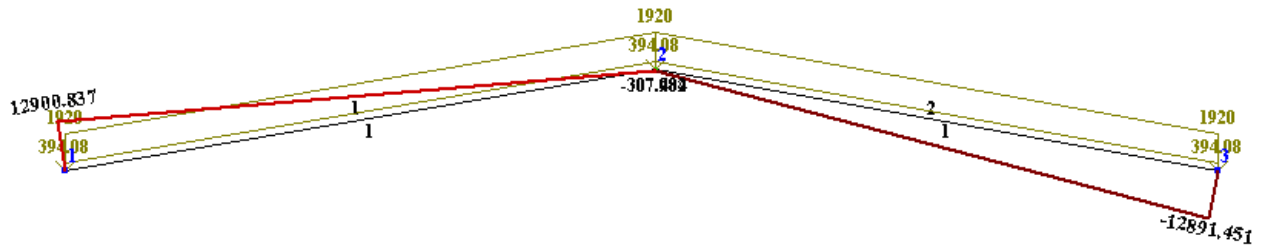
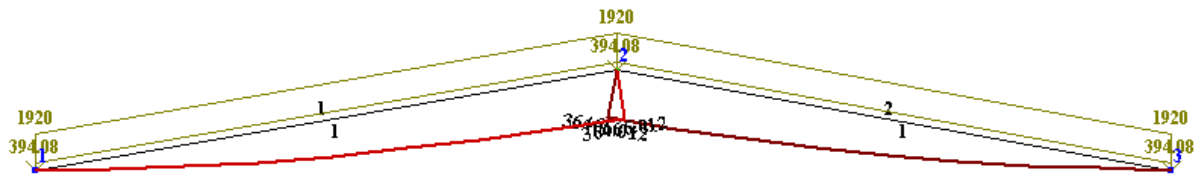


Рисунок 2.12 Схема нагружения ригеля

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



Эпюры внутренних усилий:

Рисунок 2.13 Эпюра M, кг·м

Рисунок 2.14 Эпюра Q, кг

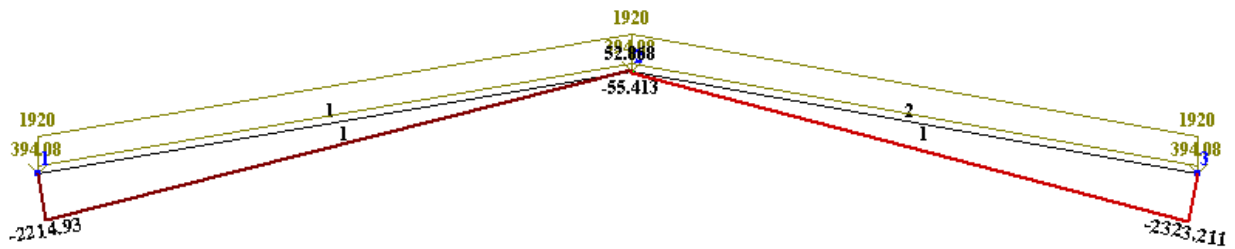


Рисунок 2.15 Эпюра N, кг

Таблица 2.8

Усилия в элементах ригеля, кг

| № элем | № сечен | Усилия    |                |                |                |                | № загруз |
|--------|---------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|
|        |         | N         | M <sub>y</sub> | Q <sub>z</sub> | M <sub>z</sub> | Q <sub>y</sub> |          |
| 1      | 1       | -2214.930 | 0.000          | 12900.837      | 0.000          | 0.000          | 1        |
| 1      | 2       | 52.868    | 36466.012      | -307.932       | 0.000          | 0.000          | 1        |
| 2      | 1       | -55.413   | 36466.012      | -307.484       | 0.000          | 0.000          | 1        |
| 2      | 2       | -2323.211 | 0.000          | -12891.451     | 0.000          | 0.000          | 1        |

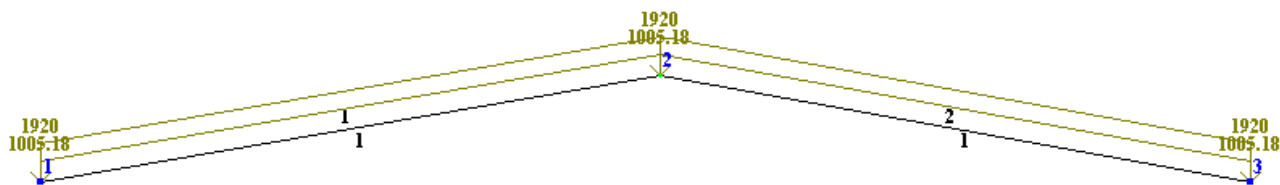
Подбор сечения ригеля



### Статический расчет ригеля

Статический расчет ригеля выполнен в программном комплексе «Лира - 9.2».

Нагрузка на 1 м.п. ригеля:



- постоянная  $q = 1005,18$  кг/м;
- временная  $P = 1920$  кг/м.

Рисунок 2.17 Схема загрузки ригеля

Эпюры внутренних усилий:

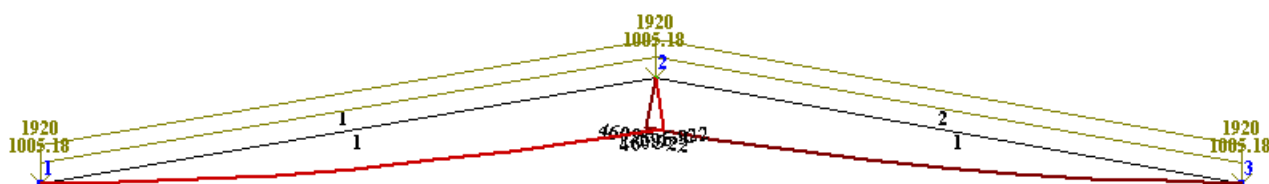


Рисунок 2.18 Эпюра M, кг·м

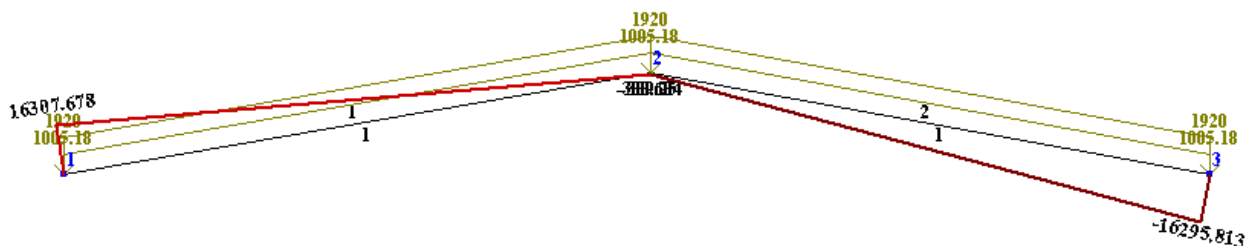


Рисунок 2.19 Эпюра Q, кг

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

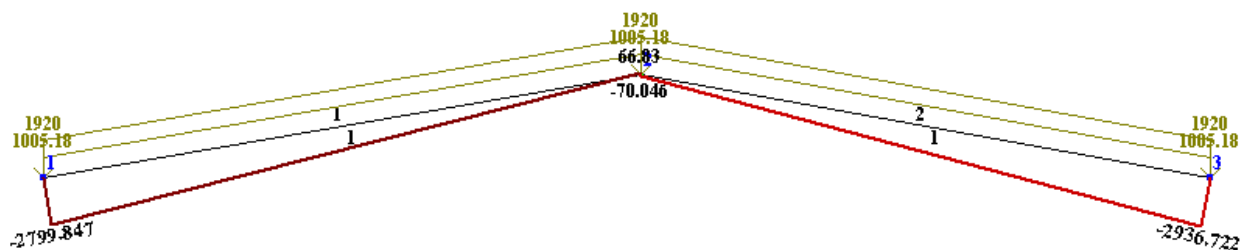


Рисунок 2.20 Эпюра N, кг

Таблица 2.9

Усилия в элементах ригеля, кг

| № элем | № сечен | Усилия    |       |           |            | № загруз |
|--------|---------|-----------|-------|-----------|------------|----------|
|        |         | N         | Mк    | Mу        | Qz         |          |
| 1      | 1       | -2799.847 | 0.000 | 0.000     | 16307.678  | 1        |
| 1      | 2       | 66.830    | 0.000 | 46095.922 | -389.250   | 1        |
| 2      | 1       | -70.046   | 0.000 | 46095.922 | -388.684   | 1        |
| 2      | 2       | -2936.722 | 0.000 | -0.000    | -16295.813 | 1        |

### 2.2.2 Проверка несущей способности ригеля

Проверки на прочность выполняют в точках, где развиваются наибольшие в пределах балки нормальные либо касательные напряжения, а также в точках, где одновременно присутствуют те и другие напряжения и способны при совместном действии обеспечить переход стали в пластическую стадию. Как правило, это сечения с максимальным моментом, с максимальной поперечной силой, а также сечения, где одновременно действуют значительные моменты, поперечные силы и (или) приложены сосредоточенные внешние силы, в т.ч. опорные реакции.

Проверка прочности ригеля.

$$\frac{M_{\max}}{c_1 \cdot W \cdot R_y \cdot \gamma_c} < 1 \quad (2.10)$$

$$c \rightarrow f (A_{\text{пояса}} / A_{\text{стенки}})$$

Площадь пояса:

$$A_{\text{пояса}} = 2 \cdot b \cdot t \quad (2.11)$$
$$A_{\text{пояса}} = 2 \cdot 22 \cdot 1,55 = 68,2.$$

Площадь стенки:

$$A_{\text{стенки}} = d \cdot s, \quad (2.12)$$

где  $d$  – высота стенки,  
 $d = h - 2t$ , тогда

$$A_{\text{стенки}} = h - 2t \cdot s \quad (2.13)$$
$$A_{\text{стенки}} = (54,7 - 2 \cdot 1,55) \cdot 1 = 51,6$$
$$A_{\text{пояса}} / A_{\text{стенки}} = 68,2 / 51,6 = 1,32$$

С помощью интерполяции определяем значение  $c_1$  [5]:

$$A_{\text{пояса}} / A_{\text{стенки}} = 1 \rightarrow c_1 = 1,07; A_{\text{пояса}} / A_{\text{стенки}} = 2 \rightarrow c_1 = 1,07; A_{\text{пояса}} / A_{\text{стенки}} = 1,32 \rightarrow c_1 = 1,06 \approx 1,1$$

$$\frac{M_{\text{max}}}{c_1 \cdot W \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{46095,9 \cdot 10^2}{1,1 \cdot 2296 \cdot 2300 \cdot 0,9} = 0,882$$
$$0,882 < 1$$

Условие выполнено.

$$\frac{Q_{\text{max}} \cdot S}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} < 1 \quad (2.14)$$

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 2300 = 1334 \text{ кг/см}^2;$$

$R_s$  - расчетное сопротивление стали сдвигу,  $R_s = 230$  МПа - расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести.

$$\frac{16307,7 \cdot 1302}{62790 \cdot 1,55 \cdot 1334 \cdot 0,9} = 0,182$$
$$0,182 < 1$$

Условие выполнено

Проверка общей устойчивости не требуется, так как выполняется условие:

$$l_{ef}/b_f \leq 1 [ 0,35 + 0,0032 \cdot b_f/t_f + (0,76 - 0,02 \cdot b_f/t_f) \cdot b_f/(t_f + h_w) \cdot \sqrt{E/R_y} ], \quad (2.15)$$

где  $l_{ef} = b + 2 \cdot t_f = 220 + 2 \cdot 15,5 = 251$  мм,  $b_f$  – полки,  $t_f$  – толщина полки,  $h_w$  – высота стенки.

$$251 / 22 \leq 1 [ 0,35 + 0,0032 \cdot 220/15,5 + (0,76 - 0,02 \cdot 220/15,5) \cdot 220/15,5 + 516 ]$$
$$\times \sqrt{2 \cdot 10^6 / 2300},$$
$$11,4 < 17,5 \text{ (мм)}$$

Условие выполнено

Местную устойчивость не проверяем, так как она обеспечена большими толщинами элементов, что связано с технологией прокатки.

Проверка жесткости балки

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР



$$f = \frac{M_{\max} \cdot l^2}{9,6 \cdot E \cdot I} < f_u, \quad (2.16)$$

где  $M_{\max}$  - максимальный изгибающий момент (по табл. 2.3),  $l$  – длина ригеля в см,  $I$  - момент инерции двутавра.

$$f_u = \frac{l}{200} = \frac{1200}{200} = 6 \text{ см}$$

Вертикальный предельный прогиб для ригеля  $l = 6 \text{ м}$   $f_u = 1/200$  [1].

$$f = \frac{M_{\max} \cdot l^2}{9,6 \cdot E \cdot I} = \frac{46095,9 \cdot 10^2 \cdot 1200^2}{9,6 \cdot 2,06 \cdot 10^6 \cdot 62790} = 5,3 \text{ см}$$

$$5,3 \text{ см} < 6 \text{ см}$$

Условие выполнено. Жесткость ригеля обеспечена.

### 2.2.3 Расчет болтового соединения ригеля к колонне

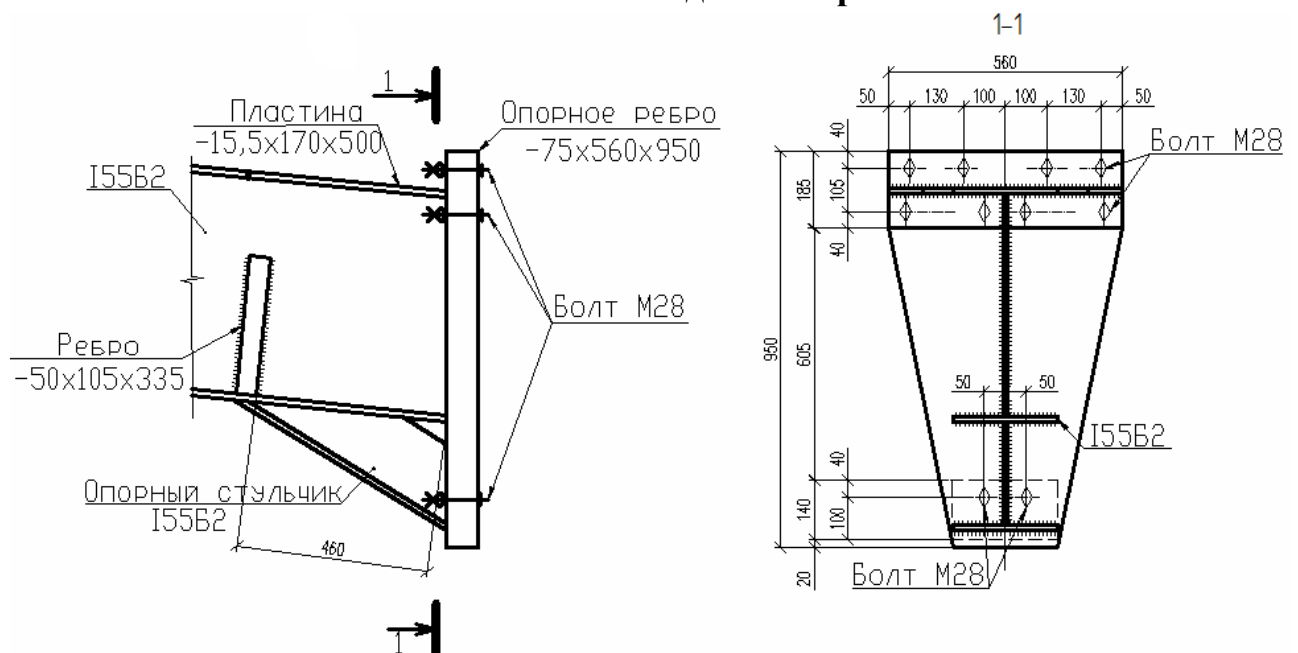


Рисунок 2.21 Опорный узел ригеля

Болты по плоскостям сопряжений элементов работают на срез, по боковым поверхностям на – смятие, а по продольной оси – на растяжение.

Расчет болтов производится по формулам прочности из условий первой группы предельных состояний:

1) на срез:

$$N \leq n \cdot n_{cp} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot R_{cp}, \quad (2.17)$$

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |      |



- с подветренной стороны:

$$w'_2 = w_2 \cdot B, \quad (2.21)$$

где  $w_1, w_2$  - расчетная ветровая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> поверхности, определяемая как сумму средней и пульсационной составляющих, согласно п. пульсационную составляющую [1];  $B = 6$  м - шаг несущих элементов.

Согласно п.11.1.2 [1] при расчете одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5, размещаемых в местностях типов *АиВ*, пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

$$w_1 = w_{m1} \cdot \gamma_f, \quad (2.22)$$

$$w_2 = w_{m2} \cdot \gamma_f, \quad (2.23)$$

где  $w_{m1}, w_{m2}$  - нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на высоте  $z$  над поверхностью земли, определяемое согласно п.11.1.3 [1];  $\gamma_f = 1,4$  - коэффициент надежности по нагрузке п.11.1.12 [1].

$$w_{m1} = w_0 \cdot k \cdot c_e, \quad (2.24)$$

$$w_{m2} = w_0 \cdot k \cdot c_{e3}, \quad (2.25)$$

где  $w_0 = 30$  кг/м<sup>2</sup> - нормативное значение ветрового давления, принимаем в зависимости от ветрового района РФ табл.11.1 [1], (г. Нижневартовск – II район по давлению ветра);

$k$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, п.11.1.6, табл.11.2 [1]. Для типа местности В - городские территории,  $k = 0,85$ .

$c_{ei}$  - аэродинамический коэффициент прил. Д1 [1], ( $c_e = 0,8$  - коэффициент внешнего (активного) давления,  $c_{e3} = -0,6$  - коэффициент давления ветра от поверхности (отсос)).

$$w_{m1} = 30 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 20,4 \text{ кг/м}^2,$$

$$w_{m2} = 30 \cdot 0,85 \cdot 0,6 = 15,3 \text{ кг/м}^2.$$

Тогда,

$$w_1 = 20,4 \cdot 1,4 = 28,56 \text{ кг/м}^2,$$

$$w_2 = 15,3 \cdot 1,4 = 21,42 \text{ кг/м}^2,$$

$$w'_1 = 28,56 \cdot 6 = 171,36 \text{ кг/м},$$

$$w'_2 = 21,42 \cdot 6 = 128,52 \text{ кг/м}.$$

Нагрузка от веса снегового покрова, конструкции кровли, половины ригеля на одну колонну:

$$N_p = \frac{P \cdot L}{2} + \frac{q \cdot L}{2} + \frac{G_p}{2} \cdot 1,3 \quad (2.26)$$

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



$$F_1 = \left[ 0,2 \cdot 30 \cdot 1,05 \cdot \frac{12}{2} + (0,25 \cdot 25 \cdot 1,1 + 0,75 \cdot 26,6 \cdot 1,2) \cdot 3,724 \right] \cdot 6 = 915,33 \text{ кг};$$

$$F_2 = \left[ 0,8 \cdot 30 \cdot 1,05 \cdot \frac{12}{2} + (0,25 \cdot 25 \cdot 1,1 + 0,75 \cdot 26,6 \cdot 1,2) \cdot 8,956 \right] \cdot 6 = 2563,07 \text{ кг}.$$

### Нагрузка от мостовых кранов

Поперечная рама воспринимает вертикальную нагрузку от веса крана с грузом и поперечную горизонтальную от торможения тележки крана с грузом.

Крановую нагрузку от вертикального давления и поперечного торможения на раму определяем по линиям влияния опорного давления (рис. 2.11).

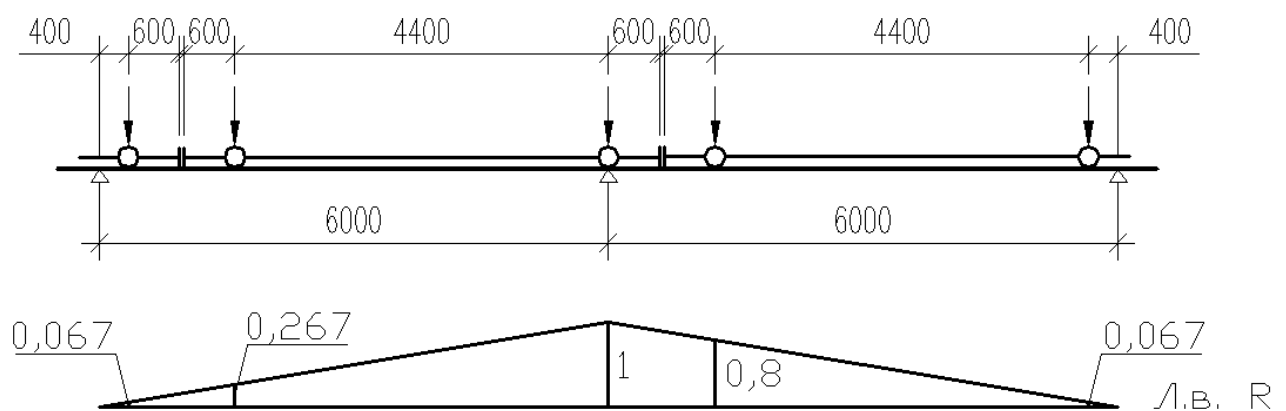


Рисунок 2.22 Линия влияния опорной реакции

$$D_{max} = \gamma_n \cdot \left( \gamma_f \cdot \Psi \cdot F_{k,max}^n \cdot \sum_{i=1}^n y_i + \gamma_f \cdot q_{n.б.} \cdot \omega \right), \quad (2.32)$$

$$D_{min} = \gamma_n \cdot \left( \gamma_f \cdot \Psi \cdot F_{k,min}^n \cdot \sum_{i=1}^n y_i + \gamma_f \cdot q_{n.б.} \cdot \omega \right), \quad (2.33)$$

где  $F_{max}^n, F_{min}^n$  - средняя нормативная максимальная, минимальная нагрузка на колесо крана;  $\gamma_n = 0,95$  - коэффициент надежности по назначению §3.2.4 [3];  $\gamma_f = 1,2$  - коэффициент надежности по нагрузке п.9.8 [1];  $\Psi = 0,85$  - коэффициент сочетания п.9.19 [1];  $q_{n.б.}$  - нагрузка от веса погонного метра подкрановой и тормозной балок;  $\omega$  - площадь линии влияния.

$$F_{k,max}^n = 13,5 \text{ т (135кН)};$$

$$F_{k,min}^n = \frac{Q + Q_k}{n_o} - F_{k,max}^n, \quad (2.34)$$

где  $Q = 16 \text{ т}$  - грузоподъемность крана;  $Q_k = 25 \text{ т}$  - масса крана с тележкой, прил.3, табл.ПЗ.3 [4];  $F_{k,max}^n = 13,5 \text{ т}$  - нормативная, максимальная нагрузка на

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР

колесо крана, прил.3, табл.ПЗ.3 [3];  $n_o = 2$  - количество колес на одной стороне крана.

$$F_{k,\min}^n = \frac{16+25}{2} - 13,5 = 7 \text{ т (70 кН)}$$

Нагрузку от веса погонного метра подкрановой и тормозной балок определяем по формуле:

$$q_{п.б.} = (t_{cm} \cdot h_{cm} + t_{gn} \cdot b_g + t_{nn} \cdot b_n + b_{z.l} \cdot t_{z.l} + A_o) \cdot \rho \cdot 1м, \quad (2.35)$$

где  $t_{cm}, h_{cm}, t_{gn}, b_g, t_{nn}, b_n$  - геометрические характеристики подкрановой балки.

$$t_{cm} = 8 \text{ мм}; h_{cm} = 840 \text{ мм}; b_n = 280 \text{ мм}; t_{gn} = 14 \text{ мм}; b_g = 400 \text{ мм}; t_{nn} = 10 \text{ мм}.$$

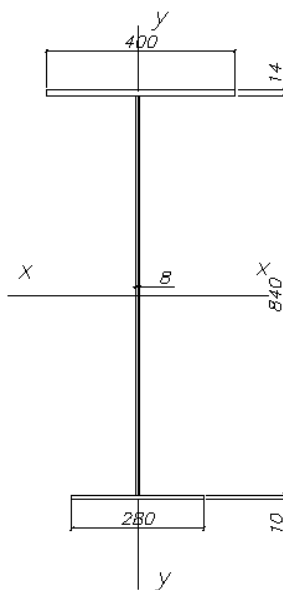


Рисунок 2.23 Сечение подкрановой балки

Тормозная балка состоит из горизонтального листа и швеллера. В состав тормозной балки включается верхний пояс подкрановой балки. Швеллер принимается №16. Горизонтальный лист тормозной балки принимаем толщиной  $t_{z.l.} = 6$  мм.

Определяем ширину горизонтального листа по формуле:

$$b_{z.l.} = m - 0,5 \cdot b_g - 6 + 3, \quad (2.36)$$

где  $m = 75$  см – высота сечения надкрановой части колонны;  $b_g = 40$  см – ширина верхнего пояса подкрановой балки; 6 см – необходимый зазор между стеновыми панелями и тормозной балкой; 3 см – минимальная величина нахлестки горизонтального листа на верхний пояс подкрановой балки.

$$b_{z.l.} = 75 - 0,5 \cdot 40 - 6 + 3 = 52 \text{ см}$$

$$q_{п.б.} = (0,8 \cdot 86,4 + 1,4 \cdot 40 + 1 \cdot 28 + 52 \cdot 0,6 + 18,1) \cdot 7,8 \cdot 9,81 \cdot 10^{-4} = 1,55 \text{ кН/м}$$

$$D_{\max} = 0,95 \cdot [1,1 \cdot 0,85 \cdot 135 \cdot (0,067 + 0,267 + 1 + 0,8 + 0,067) + 1,1 \cdot 1,55 \cdot 6] = 273,65 \text{ кН} = 27365 \text{ кг}$$

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР

$$D_{\min} = 0,95 \cdot [1,1 \cdot 0,85 \cdot 70 \cdot (0,067 + 0,267 + 1 + 0,8 + 0,067) + 1,1 \cdot 1,55 \cdot 6] = 146,57 \text{ кН} = 14657 \text{ кг}$$

Расчетное горизонтальное усилие на колонну  $T$  от силы поперечного торможения крановой тележки определим по формуле:

$$T = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot \Psi \cdot T_k^n \cdot \sum_{i=1}^n y_i, \quad (2.37)$$

где  $\sum_{i=1}^n y_i$  - сумма ординат линии влияния опорной реакции,  $\gamma_n = 0,95$  - коэффициент надежности по назначению,  $\Psi = 0,85$  - коэффициент сочетания,  $\gamma_f = 1,1$  - коэффициент надежности по нагрузке,  $T_k^n$  - поперечное горизонтальное усилие на колесо.

$$T_k^n = F_{k,\max}^n \cdot 0,1 = 135 \cdot 0,1 = 135 \text{ кН}$$

$$T = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 135 \cdot (0,067 + 0,267 + 1 + 0,8 + 0,067) = 263,9 \text{ кН}$$

#### *Приведение нагрузок к расчетной схеме*

Нагрузки действующие на поперечную раму приводят к расчетной схеме рамы:

- постоянную нагрузку на ригель рамы и снеговую нагрузку прикладывают к ригелю в виде равномерно распределенных нагрузок;
- постоянную нагрузку от собственного веса колонн и веса стеновых ограждений прикладываются в виде сосредоточенных сил  $F_1$ ,  $F_2$  в надкрановой и подкрановой частях колонн;
- нагрузки от вертикального давления кранов переносим на оси колонн в места изменения сечения колонн;
- горизонтальную силу  $T$  переносим в место изменения сечения колонны;
- ветровую распределенную нагрузку действующую на колонну от нулевой отметки до оси нижнего пояса ригеля, заменяем равномерно распределенной.

В местах изменения сечения колонн прикладываем сосредоточенные моменты:

$$M_{\max} = D_{\max} \cdot \frac{m}{2}, \quad (2.38)$$

$$M_{\min} = D_{\min} \cdot \frac{m}{2}, \quad (2.39)$$

где  $m = 0,75 \text{ м}$  – высота сечения подкрановой части колонны.

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |  |      |





Загрузка 1  
Эпюра  $M_y$   
Единицы измерения - кг·м

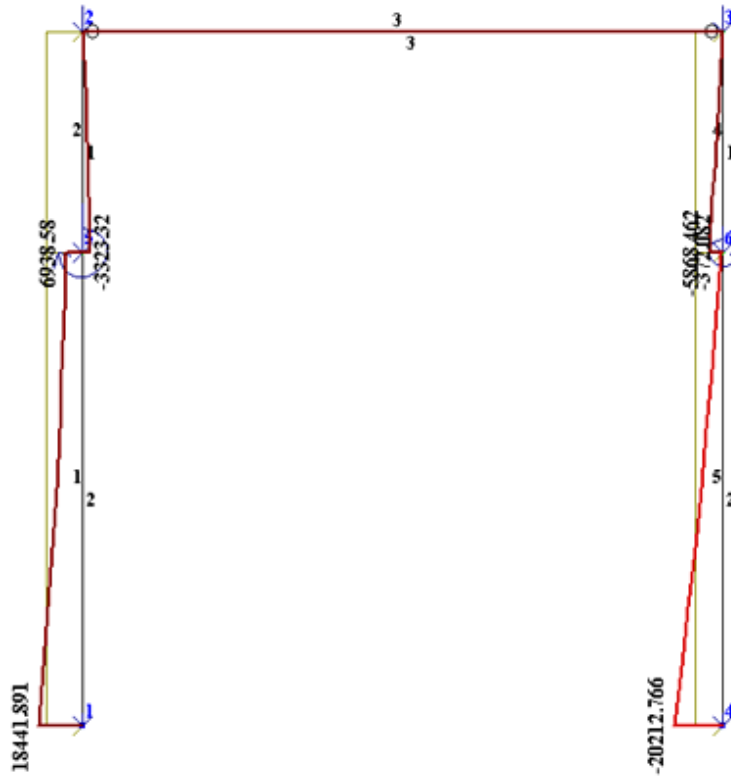


Рисунок 2.26 Эпюра  $M$ , кг·м

Загрузка 1  
Эпюра  $Q_z$   
Единицы измерения - кг

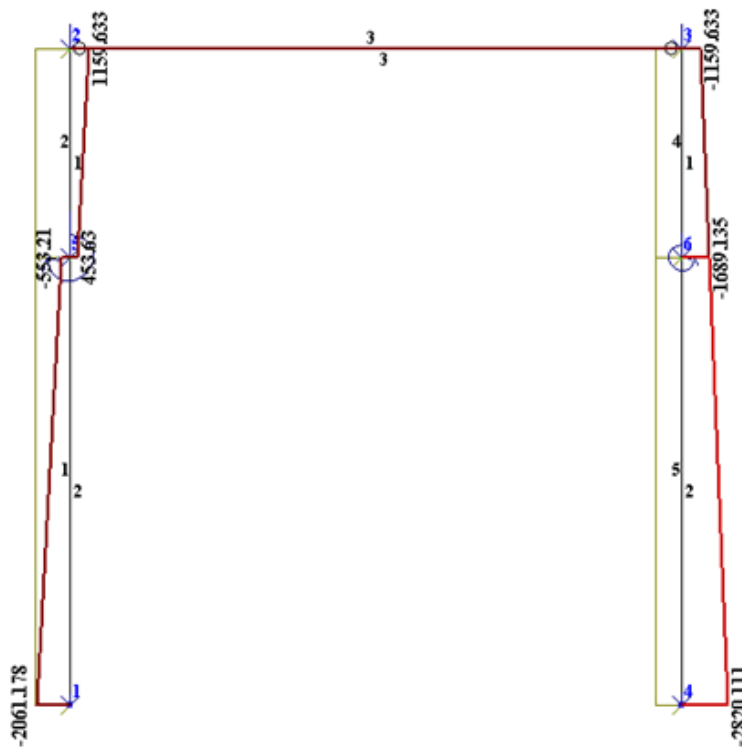


Рисунок 2.27 Эпюра  $Q$ , кг

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



|   |   |            |               |           |   |
|---|---|------------|---------------|-----------|---|
| 2 | 2 | -14599.500 | 0.000         | 1159.633  | 1 |
| 3 | 1 | -1159.633  | 0.000         | -0.000    | 1 |
| 3 | 2 | -1159.633  | 0.000         | -0.000    | 1 |
| 4 | 1 | -14599.500 | -0.000        | -1159.633 | 1 |
| 4 | 2 | -14599.500 | -5868.462     | -1689.135 | 1 |
| 5 | 1 | -30171.830 | -372.082      | -1689.135 | 1 |
| 5 | 2 | -30171.830 | -             | -2820.111 | 1 |
|   |   |            | 20212.76<br>6 |           |   |

### Подбор сечений колонны

Определение расчетных длин колонны.

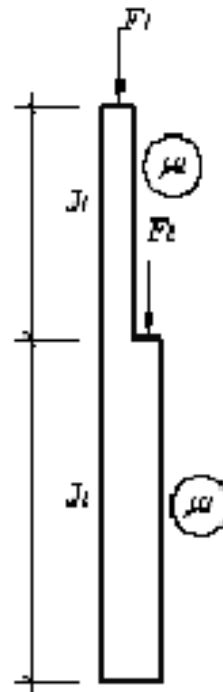


Рисунок 2.29 Схема одноступенчатой колонны

Расчетные длины в плоскости рамы определим отдельно по формулам:

- для нижнего участка колонны:

$$l_{p2} = \mu_1 \cdot (H_k - l_1), \quad (2.40)$$

- для верхнего участка колонны:

$$l_{p1} = \mu_2 \cdot l_2, \quad (2.41)$$

где  $\mu_1$  и  $\mu_2$  - коэффициенты расчетных длин определяемые согласно прил. 6 [5];

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |  |      |

Коэффициент  $\mu_1$  принимаем согласно прил. 6, табл. 68 [5] в зависимости от коэффициентов  $n$  и  $\alpha_1$ ;

$$n = \frac{J_1 l_2}{J_2 l_1}, \quad (2.42)$$

$$\alpha_1 = \frac{l_1}{l_2} \cdot \sqrt{\frac{J_2}{J_1 \cdot \beta}}, \quad (2.43)$$

где  $l_1 = h_p + h_2 + h_{\text{рельса}} + h_{\text{п.б.}}$

$$l_1 = 0,61 + 2,25 + 0,12 + 0,864 = 4,12 \text{ м}$$

$$l_2 = H_k - l_1 = 12,92 - 4,12 = 8,8 \text{ м};$$

$J_1, J_2$  - соответственно моменты инерции верхнего и нижнего участков колонны.

Верхний участок колонны – двутавр сечением I35Ш1:  $H = 0,338 \text{ м}$ ,  $h = 0,31 \text{ м}$ ,  $a = 0,01 \text{ м}$ ,  $b = 0,25 \text{ м}$ ,  $t = 0,14 \text{ м}$ .

Нижний участок колонны – двутавр сечением I70Б1:  $H = 0,691 \text{ м}$ ,  $h = 0,659 \text{ м}$ ,  $a = 0,012 \text{ м}$ ,  $b = 0,26 \text{ м}$ ,  $t = 0,14 \text{ м}$ .

Момент инерции относительно оси  $x$  находим по формуле:

$$I_x = \frac{a \cdot h}{12} + \frac{b}{12} (H^3 - h^3), \quad (2.44)$$

I35Ш1:

$$I_x = \frac{0,01 \cdot 0,31}{12} + \frac{0,25}{12} (0,338^3 - 0,31^3) = 1,8 \text{ см}^4$$

I70Б1:

$$I_x = \frac{0,012 \cdot 0,659}{12} + \frac{0,26}{12} (0,691^3 - 0,659^3) = 9,5 \text{ см}^4$$

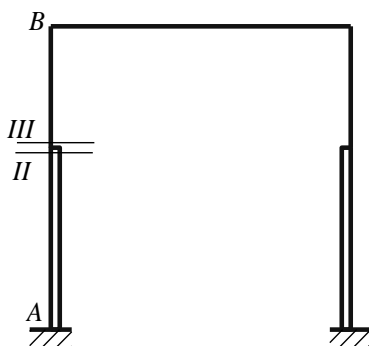


Рисунок 2.30 Расчетные сечения рамы

$$\beta = \frac{F_1 + F_2}{F_1} = \frac{14599,5 + 42879,828}{14599,5} = 3,9;$$

здесь  $F_2$  - наибольшее значение продольной силы в сечении II подкрановой части колонны;  $F_1$  - значение продольной силы в сечении Внадкрановой части колонны при тех же сочетаниях нагрузок.

$$n = \frac{1,8 \cdot 880}{9,5 \cdot 412} = 0,35;$$

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |      |

$$\alpha_1 = \frac{4,12}{8,8} \cdot \sqrt{\frac{9,5}{1,8 \cdot 3,9}} = 0,58;$$

$$\mu_1 = 1,82 \text{ согласно [5, прил.И, табл.И4],}$$

$$l_{p2} = 1,82 \cdot 8,8 = 16,02 \text{ м;}$$

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} = \frac{1,82}{0,58} = 3,1, \text{ принимаем } \mu_2 = 3,$$

$$l_{p1} = 3 \cdot 4,12 = 12,36 \text{ м.}$$

### 2.2.5 Расчет базы колонны

Рассчитываем базу колонны по усилиям возникающих в сечении при неблагоприятном сочетании нагрузок (вертикальная сила и изгибающий момент) (табл. 5.4).

$$N = -42879,828 \text{ кН, } M = 18441,891 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Определение размеров базы колонны в плане.

Принимаем толщину траверс  $t_{mp} = 10 \text{ мм.}$

Определяем ширину опорной плиты базы колонны по формуле:

$$B = b_{fw} + 2 \cdot t_{tp} + 2 \cdot a, \quad (2.45)$$

где  $a = 50 \div 100 \text{ мм}$  – выступ плиты за траверсу.

$$B = 26 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 10 = 48 \text{ см}$$

Согласно табл.1 [6] принимаем  $B = 50 \text{ см.}$

Длина плиты определяется из того условия, чтобы максимальное напряжение в фундаменте у края плиты  $\sigma^{\max}$  было меньше расчетного сопротивления бетона сжатию:

$$\sigma^{\max} = \frac{N}{B_{пл} \cdot L_{пл}} + \frac{6 \cdot M}{B_{пл} \cdot L_{пл}^2} \leq R_b, \quad (2.46)$$

Длину базы определяем по формуле:

$$L = \frac{N}{2 \cdot R_b \cdot B} + \sqrt{\left(\frac{N}{2 \cdot R_b \cdot B}\right)^2 + \frac{6M}{R_b \cdot B}}, \quad (2.47)$$

где  $R_b$  - расчетное сопротивление бетона фундамента на осевое сжатие(призменная прочность).

$$R_b = R_{np} \cdot \sqrt{\frac{A_{\phi}}{A_n}} = R_{np} \cdot \gamma, \quad (2.48)$$

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |  |      |





из свариваемых элементов п.14.1.7, табл.38\* [5],  $\beta_f$  - коэффициент, зависящий от вида сварки,  $\gamma_w$  - коэффициент условий работы шва,  $\gamma_c$  - коэффициент условий работы стали.

Принимаем односторонний шов с катетом  $k_{fw} = 8$  мм.

$$h_{mp} = \frac{42879,828}{[4 \cdot 0,8 \cdot (0,9 \cdot 1834 \cdot 1) \cdot 1]} + 1 \text{ см} = 9,1 \text{ см},$$

Проверяем допустимую длину шва по формуле:

$$l_f = h_{mp} \cdot 2 \leq 85 \cdot \beta \cdot k_f, \quad (2.55)$$

$$h_{mp} \leq 85 \cdot \beta \cdot k_f + 2 = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,8 + 2 = 63,2 \text{ см}.$$

б) Из условия прочности траверсы на изгиб:

$$h_{mp} = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{t_{mp} \cdot R_y}}, \quad (2.56)$$

где  $M$  - изгибающий момент действующий в сечении одной траверсы;

$$M = 0,25 \cdot B \cdot c^2 \cdot (\sigma_{\max} + \sigma_3), \quad (2.57)$$

$$M = 0,25 \cdot 50 \cdot 6,45^2 \cdot (10,79 + 5,21) = 8320,5 \text{ кг} \cdot \text{см};$$

$$h_{mp} = \sqrt{\frac{6 \cdot 8320,5}{1 \cdot 2300}} = 4,66 \text{ см}$$

в) Из условия прочности траверсы на срез:

$$h_{mp} = \frac{0,5 \cdot B \cdot c \cdot (\sigma_{\max} + \sigma_3)}{t_{mp} \cdot R_s}, \quad (2.58)$$

$$h_{mp} = \frac{0,5 \cdot 50 \cdot 6,45 \cdot (10,79 + 5,21)}{1 \cdot 1330} = 10 \text{ см}.$$

Окончательно принимаем высоту траверсы  $h_{mp} = 20$  см.

## 2.2.8 Расчет анкерных болтов

В качестве расчетных усилий принимаем:

$$N = -42879,828 \text{ кг}, \quad M = 18441,891 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Требуемую площадь сечения одного анкерного болта определяем согласно п. 6.8.5 [3]:

$$A_{mp} = \frac{M - N \cdot a}{n \cdot y \cdot R_p} \quad (2.59)$$

где  $n$  - количество анкерных болтов с одной стороны базы;  $R_p = 1900$ ,  $a$  - расстояние от края до центра тяжести сжатой зоны плиты,  $y$  - расстояние от оси анкерных болтов до центра тяжести сжатой зоны.

$$A_{mp} = \frac{18441,891 \cdot 10^2 - 42879,828 \cdot 27,35}{3 \cdot 56 \cdot 1900} = 2,1 \text{ см}^2$$

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР



Окончательно принимаем согласно [7] болты - БОЛТ М20×700 ВСт3 по ГОСТ 535-88. ( $A = 2,26 \text{ см}^2$ ). Диаметр стержня болта  $d = 20 \text{ мм}$ .

Крепление базы к фундаменту анкерными болтами осуществляется при помощи неравнобоких уголков. Принимаем толщину уголка 14мм. Определим ширину полки по формуле:

$$b \geq e + 1,5 \cdot d_{\text{б}} + t_{\text{у}}, \quad (2.60)$$

где  $e$  - расстояние от оси анкерных болтов до грани траверсы;  $d_{\text{б}}$  - диаметр анкерных болтов;  $t_{\text{у}}$  - толщина уголка.

$$b = 65 + 1,5 \cdot 20 + 14 = 109 \text{ мм}$$

Принимаем уголок согласно табл.1 [8] 200x125x14.

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

### 3. Организационно-технологический раздел

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |





Продолжение табл. 3.1

|    |  |                   |        |        |       |                     |                                       |   |    |
|----|--|-------------------|--------|--------|-------|---------------------|---------------------------------------|---|----|
| 8  | Устр-во монолитных ленточных ростверков      | 1м <sup>3</sup>   | 158    | 101,1  | 103,9 | СБ-92               | Машин. 6р-1, бетонщик 4р-3, 2р-3      | 2 | 16 |
| 9  | Гидроизоляция обмазочная                     | 100 шт            | 394    | 6,29   | -     | -                   | Маляр 5р-4                            | 1 | 1  |
| 10 | Обратная засыпка                             | 1м <sup>3</sup>   | 6,9    | 2,76   | 0,32  | ЭО-3322             | Машин. 6р-1                           | 2 | 1  |
| 11 | Монтаж метал. колонн                         | 100м <sup>2</sup> | 328,9  | 608,46 | 101,3 | КБ-405.1            | Маш. 6р-1, Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-2 | 2 | 15 |
| 12 | Монтаж балок                                 | 100 шт            | 312,6  | 578,3  | 96,3  | КБ-405.1            | Маш. 6р-1, Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-2 | 2 | 14 |
| 13 | Монтаж прогонов                              | 100 шт            | 74,3   | 137,45 | 22,9  | КБ-405.1            | Маш. 6р-1, Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-2 | 2 | 3  |
| 14 | Монтаж фермы                                 | 100 шт            | 71,6   | 132,46 | 22,05 | КБ-405.1            | Маш. 6р-1, Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-2 | 1 | 3  |
| 15 | Монтаж стеновых панелей                      | 1м <sup>3</sup>   | 1490   | 357,6  | 71,52 | КБ-405.1            | Маш. 6р-1, Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-2 | 2 | 10 |
| 16 | Монтаж плит перекрытий                       | 10м <sup>3</sup>  | 289,46 | 138,9  | 27,79 | КБ-405.1            | Маш. 6р-1, Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-2 | 2 | 4  |
| 17 | Устр-во кровли из профнастила                | 100м <sup>2</sup> | 51,7   | 151,9  | 37,9  | КБ-405.1            | Маш. 6р-1, Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-2 | 1 | 5  |
| 18 | Устр-во оконных блоков                       | 100м <sup>2</sup> | 376    | 745    | -     | -                   | Плотник 4р-2, 2р-2                    | 1 | 4  |
| 19 | Устр-во дверных блоков                       | 100м <sup>2</sup> | 286    | 584    | -     | -                   | Плотник 4р-2, 2р-2                    | 1 | 4  |
| 20 | Окраска дверных блоков масляными составами   | 100м <sup>2</sup> | 7,25   | 8,93   | -     | -                   | Маляр 5р-4                            | 1 | 3  |
| 21 | Устр-во подготовки под полы                  | 100м <sup>2</sup> | 21,6   | 80,59  | -     | -                   | Бетонщик 4р-2, Плотник 2р-2           | 1 | 10 |
| 22 | Устр-во покрытий из керам. плит              | 1м <sup>2</sup>   | 2160   | 118,5  | -     | -                   | Плиточник 4р-2, 2р-3                  | 1 | 15 |
| 23 | Окраска потолков водоэмульсионными составами | 1м <sup>2</sup>   | 54,59  | 0,3    | 13,8  | Электрокраска-пульт | Маляр 5р-4                            | 1 | 14 |
| 24 | Отделка под окраску                          | 100м <sup>2</sup> | 70,35  | 20,68  | -     | -                   | Маляр 5р-4                            | 1 | 5  |
| 25 | Улучшенная окраска стен                      | 100м <sup>2</sup> | 9,86   | 0,05   | 2,29  | Электрокраска-пульт | Маляр 5р-4                            | 1 | 12 |



### 3.1.3 Техничко-экономические показатели

Составив календарный план, на строительство блока РММ, определяем технико-экономические показатели, характеризующие целесообразность и экономичность принятых решений в КП. Расчету подлежат следующие показатели, которые заносим в таблицу 3.2.

- общая продолжительность строительства, которая не должна превышать нормативных сроков, установленных.

Определяют сокращение срока строительства, %:

$$\Pi = \frac{T_n - T_r}{T_n} \cdot 100, \quad (3.1)$$

где:  $T_n$  – нормативный срок строительства;

$T_r$  – срок строительства по графику;

Значение  $\Pi$  не должно превышать 10%.

$$\Pi = \frac{195 - 180}{195} \cdot 100 = 7,69\%$$

- удельная трудоемкость работ – это отношение суммарных затрат труда к строительной характеристике объекта в натуральных измерителях: 1 м<sup>2</sup> здания, 1 м<sup>2</sup> площади.

- выработка на 1 человеко-день в рублях (отношение сметной стоимости строительства к общей трудоемкости работ):

$$B_{руб} = \frac{C_{руб}}{T_{чел-дн}} \quad (3.2)$$

где:  $C_{руб.} = 41\,912\,840$  руб. – сметная стоимость строительства;

$T_{чел.дн.} = 4787,6$  чел.-дн. – общая трудоемкость работ;

$$B_{руб} = \frac{41912840}{4787,6} = 8754,45 \text{ руб} = 8,754 \text{ тыс. руб.}$$

- коэффициент неравномерности движения рабочих кадров:

$$K = \frac{P_{ср}}{P_{max}}, \quad (3.3)$$

где  $P_{ср}$  – среднее число рабочих;

$P_{max}$  – максимальное число рабочих.

$$K = \frac{12}{22} = 0,55$$

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР







Незначительное отклонение от вертикали устраняют вращением корпуса подкоса. Убедившись в точности установки панели первый монтажник при помощи тяги дистанционной отцепки поочередно выводит крюки стропа из монтажных петель панели, а второй монтажник уплотняет подштопкой и подрезает кельмой раствор в горизонтальном шве панели.

При выверке панели вертикальность панелей проверяют навешиванием рейки-отвеса, а граней, примыкающих к ранее установленным панелям, - по величине монтажного зазора. Доводку панелей в плоскость стены выполняют без помощи крана в такой последовательности : навешивают рейку отвес, прижимая упоры к внутренней лицевой грани панели в двух точках около боковых граней и определяют отклонение панели от вертикали.

Схема организации рабочих мест при монтаже наружных стеновых панелей

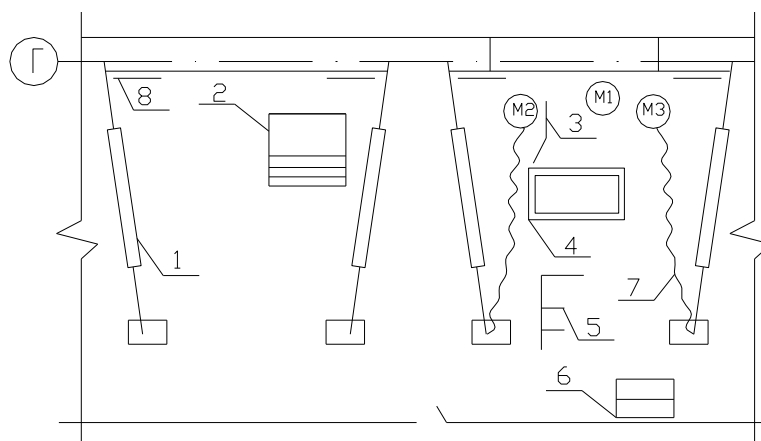


Рисунок 3.1. Схема организации рабочих мест при монтаже наружных стеновых панелей М1,М2,М3-рабочие места монтажников, 1-временный подкос, 2-столик-стремянка для расстроповки, 3-ломик монтажный типа ЛМ-24, 4-ящик с раствором, 5-рейка-отвес, 6-ящик с инструментами, 7-страховочных трос монтажного пояса, 8-установленные риски на перекрытия, 9-стойка треугольная

### 3.2.2 Монтаж внутренних стеновых панелей

Внутренние стеновые панели монтируются звеном из четырех человек: машиниста крана, такелажника, монтажников 5-го и 4-го разряда. Работа выполняется в следующем последовательности.

Такелажник с площадки складирования поочередно заводит крюки стропа за монтажные петли панели и подает сигнал натянуть стропы. Затем он отходит от застропованной панели на 4-5 м и подает сигнал поднять панель на 20-30 см. Убедившись в надежности строповки, подает сигнал поднять панель к месту установки.

Монтажники берут лопатами из ящика-контейнера необходимое количество раствора и укладывают равномерным слоем, толщиной 3-5 мм

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР







### 3.2.6 Калькуляция трудозатрат

Таблица 3.3

| № п/п | Наименование работ                           | Ед. изм   | Кол-во | Норма времени |         | Трудоёмкость работ |          | Принятые механизмы (марка, кол-во) | Состав звена                       |
|-------|--|-----------|--------|---------------|---------|--------------------|----------|------------------------------------|------------------------------------|
|       |  |           |        | чел.-ч.       | маш.-ч. | чел.-дн            | маш.-см. |                                    |                                    |
| 1     | 2  | 3         | 4      | 5             | 6       | 7                  | 8        | 9                                  | 10                                 |
| 1     | Установка панелей наружных и внутренних стен | шт        | 77     | 1,65          | 0,28    | 127,1              | 21,56    | КБ-405.1                           | Машинист бр; монтажник 5р,4р,3р,2р |
| 2     | Установка лестничных маршей                  | шт        | 44     | 42,5<br>5     | 4,42    | 50,2               | 4,68     | КБ-405.1                           | Машинист бр; монтажник 4р,3р,2р    |
| 3     | Устройство герметизации стыков панелей       | 100 м шва | 2,56   | 0,1           | -       | 0,26               | -        | -                                  | Монтажник 4р,3р                    |
| 4     | Монтаж плит перекрытий                       | шт        | 80     | 1,65          | 0,28    | 132                | 22,4     | -                                  | Монтажник 4р,3р,2р                 |
|       |  |           |        |               |         | 309,6              | 48,6     |                                    |                                    |

### 3.2.7 Техничко-экономические показатели

Таблица 3.4

| N п/п | Показатель                         | Ед. изм.                  | Кол-во |
|-------|------------------------------------|---------------------------|--------|
| 1     | 2                                  | 3                         | 4      |
| 1     | Общий объём работ                  | шт                        | 203,56 |
| 2     | Общая продолжительность работ      | дни                       | 14     |
| 3     | Количество рабочих в смену         | чел.                      | 7      |
| 4     | Выработка в смену на 1-го рабочего | м <sup>3</sup> / чел.-дн. | 0,66   |
| 5     | Общая трудоёмкость                 | чел.-дн.                  | 309,56 |

### 3.2.8 Требования к технике безопасности

В процессе монтажа стеновых панелей должна обеспечиваться полная безопасность всех работающих в зоне действия подъемных механизмов. Для этого работы ведут в такой технологической последовательности которые предусмотрены проектом монтажных работ.

Прежде всего обеспечивают правильное размещение и складирование элементов конструкции, а также монтажных приспособлений, инвентаря и

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |      |











### 3.3.1 Определение технических параметров крана и выбор марки крана

При выборе типа крана в первую очередь следует определить требуемые рабочие параметры крана, которые, в свою очередь, определяются на основе монтажных характеристик сборных конструкций, исходя из геометрических размеров здания в плане и по высоте.

К монтажным характеристикам относятся:

$Q_m$  – монтажная масса, т;

$H_m$  – монтажная высота, т;

$Z_m$  – монтажный вылет крюка крана, т;

Монтажную массу определяют, как сумму масс монтируемого элемента и приспособлений: стропов, траверс, захватов, хомутов, элементов подмостей:

$$Q_{\max} = q_{\text{эл}} + \sum q_i \quad (3.4)$$

где  $q_{\text{эл}}$  – масса монтируемого элемента, т;

$\sum q_i$  – масса грузозахватных устройств и монтажных приспособлений, установленных на монтируемом элементе до подъема, т.

Монтажную высоту определяют по формуле:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (3.5)$$

где  $h_1$  – высота от уровня стоянки монтажного крана до опоры, на которую устанавливается элемент, м (проектная отметка);

$h_2$  – высота подъема элемента над опорой (по ТБ равна 0,5-1,0 м);

$h_3$  – высота монтируемого элемента, м;

$h_4$  – высота грузозахватного устройства над устанавливаемым элементом (от верха элемента до низа крюка), м;

Монтажный вылет – один из основных параметров при выборе монтажного крана. Определяют для элементов, которые не могут быть смонтированы на минимальном вылете крюка крана. К таким элементам относятся те, к месту установки которых в проектное положение доступ закрыт ранее установленными конструкциями.

$$L_k = \frac{a}{2} + b + c \quad (3.6)$$

где  $a$  – ширина подкранового пути;

$b$  – расстояние от оси головки кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены;

$c$  – ширина здания.

Грузоподъемность крана  $Q_m$ :

где  $q_{\text{эл}} = 7,05$  т – наибольшая масса монтажного элемента (стенная панель);

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР

$q_{\text{строп.присп}} = 0,13\text{ м}$  – масса строповочных приспособлений;

$$Q_{\text{max}} = 7,05 + 0,13 = 7,18\text{ м}$$

Монтажная высота  $H_m$ :

$h_1 = 9,0\text{ м}$  – высота монтажа элемента от уровня крана;

$h_2 = 0,5\text{ м}$  – запас по высоте для безопасного монтажа;

$h_3 = 0,22\text{ м}$  – высота монтируемого элемента (плита перекрытия);

$h_4 = 2,5\text{ м}$  – высота строповочных приспособлений.

$$H_m = 9 + 0,5 + 0,22 + 2,5 = 12,22\text{ м.}$$

Вылет крюка  $L_k$ :

$$L_k = \frac{a}{2} + b + c$$

где:  $a = 6\text{ м}$  – ширина подкранового пути;

$b = 2,0\text{ м}$  – расстояние от оси головки кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены

$c = 46,0\text{ м}$  – ширина здания.

$$L_k = \frac{6}{2} + 2,0 + 46 = 51,0\text{ м}$$

По полученным характеристикам выбираем два башенных крана КБ-405.1,  $l_{\text{стр}} = 30\text{ м}$

Таблица 3.6

| Наименование параметров                 | Ед.изм | КБ-405.1 |
|---|--------|----------|
| Грузоподъемность максимальная           | т      | 9        |
| Грузоподъемность на максимальном вылете | т      | 4.5      |
| Вылет стрелы максимальный               | м      | 30       |
| Высота подъема максимальная             | м      | 62.5     |
| Высота подъема при максимальном вылете  | м      | 47.3     |
| Частота вращения                        | Об/мин | 0,72     |
| Мощность                                | кВт    | 101,7    |

Строительная площадка по своей границе ограждена защитно-охранным ограждением для предотвращения доступа посторонних лиц на территорию с опасными и вредными производственными факторами (работ машин и механизмов, падение предметов с высоты и др.) и обеспечения охраны материальных ценностей строительства. По конструктивному решению ограждения участка – панельные, по материалу – железобетонные, высота ограждения – 2 м.

Со сторон движения людей ограждение выполняется с козырьком над тротуаром для безопасного перехода пешеходов вдоль строительной площадки.

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР



### 3.3.2 Расчет административных и санитарно- бытовых помещений

Рабочие, руководители, специалисты и служащие, занятые на строительных объектах, должны быть обеспечены санитарно-бытовыми помещениями (гардеробными, сушилками для одежды и обуви, душевыми, помещениями для приёма пищи, отдыха и обогрева, комнатами гигиены женщин и туалетами) в соответствии с действующими нормами.

Подготовка к эксплуатации санитарно-бытовых помещений и устройств для работающих на строительной площадке должна быть закончена до начала основных строительного-монтажных работ.

Потребность строительства в административных и санитарно-бытовых зданиях определяют из расчетной численности персонала.

При определении потребности и номенклатуры санитарно-бытовых помещений в качестве основной расчётной единицы принимают вагончики размерами 7,0х2,7м.

Согласно методическим указаниям по разделу “Организация и технология строительства” стр. 16, 30 определяем потребность в санитарно - бытовых и административных помещениях.

Максимальное количество рабочих в смену (из графика движения рабочей силы):

$$P_{\max} = 22 \text{ чел.}$$

Списочный состав работающих:

$$P_{\text{спис}} = P_{\max} + P_{\text{адм}}, \quad (3.7)$$

$$P_{\text{адм}} = 0,12 \cdot P_{\max} = 0,12 \cdot 22 = 3 \text{ чел.}, \quad (3.8)$$

$$P_{\text{спис}} = 22 + 3 = 25 \text{ чел}$$

Количество работающих в наиболее загруженной смене:

$$P_{\max \text{ з.см.}} = 0,7 \cdot P_{\text{спис}} = 0,7 \cdot 25 = 18 \text{ чел.}, \quad (3.9)$$

– из них мужчин 13 чел. (70% от  $P_{\max \text{ з.см.}}$ )

– женщин 5 чел. (30% от  $P_{\max \text{ з.см.}}$ )

В качестве основной расчетной единицы временных зданий и сооружений принимаем вагончики с внешними размерами (7,0 х 2,7)м = 18,9м<sup>2</sup>.

Определение номенклатуры санитарно - бытовых помещений:

1) Гардеробные принимаются из расчета 0,4 м<sup>2</sup> на одного человека.

Один вагончик-гардеробная обслуживает 50 чел.:

- число вагончиков:  $0,4 \cdot 13 = 5,2 \text{ м}^2$  – принимаем 1 вагончик.

- число вагончиков:  $0,4 \cdot 5 = 2,0 \text{ м}^2$  – принимаем 1 вагончик.

2) Душевые определяются из расчета одна душевая сетка на 20 чел. Используем вагончик на 3 душа, т.е. на 60 человек:

Принимаем 2 вагончика для мужчин и женщин.

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР

3) Столовая. Принимается вагончик - столовая на 28 посадочных мест в максимально загруженную смену. Число вагончиков:  $18/28=0,64$ . Принимаем 1 вагончик.

4) Прорабская принимается из расчета  $24 \text{ м}^2$  на 20 чел. Принимаем 1 вагончик.

Таблица 3.8

| Наименование помещений | Наименование показателей                         | Ед. изм.     | Значение показателя | Требуемая площадь | Примечание         |
|------------------------|--|--------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Прорабские             | Площадь на одного работающего в рабочих комнатах | $\text{м}^2$ | 3                   | 24                | 1 вагон            |
| Гардеробные            | Площадь на одного работающего(ую)                | $\text{м}^2$ | 0,4                 | 5,2<br>2,0        | 1 вагон<br>1 вагон |
| Душевые                | Количество человек на 1 душ                      | -            | 20                  | -                 | 2 вагона           |
|                        | Площадь на 1 душ                                 |              |                     |                   |                    |
|                        | -муж.  | $\text{м}^2$ | 3                   |                   |                    |
|                        | -жен.  | $\text{м}^2$ | 3                   |                   |                    |
| Столовая               | Количество человек на 1 вагон                    | чел.         | 28                  | -                 | 1 вагон            |
| Уборные                | Количество унитазов                              | шт           | 3                   | 7,5               | 1 вагон            |

Всего: 7 вагончиков

### 3.3.3 Определение номенклатуры, площади временных складов

Площади временных складов определяются из расчета десятидневной потребности в материалах и конструкциях, приводимых на объект автотранспортом.

Площади складов на стройгенплане объекта принимаются на календарный период строительства, соответствующий периоду максимального одновременного хранения конструкций и материалов.

Необходимо учитывать использование одних и тех же складских площадей при последовательном размещении материалов с учетом календарного плана строительства.

Устанавливается запас материала  $P$ , подлежащего хранению на складе:

$$P = \frac{Q \cdot a \cdot n_1 \cdot k_1}{T}, \quad (3.10)$$

где:  $Q$  – количество материала, необходимого на строительстве;

|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                          |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР |  |  |  |  |      |

$a$  – коэффициент неравномерности поступления материала на склад (принимается 1,1);

$T$  – продолжительность расчетного периода строительства;

$n_1$  – норма запаса материала в днях,

$k_1$  – коэффициент неравномерности потребления материала (принимается равным 1,3).

Полезная площадь склада (без проездов и проходов) для размещения строительных материалов и конструкций:

$$S_{\text{полез}} = \frac{P}{V},$$

(3.11)

где:  $V$  – количество (объем) материала на  $1\text{ м}^2$  площади склада.

Общая площадь склада:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{полез}} \cdot a,$$

(3.12)

где:  $a$  – коэффициент, учитывающий площадь под проездами и проходами (1,2-1,4).

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



Таблица 3.9

| № п/п | Наименование материалов и изделий | Единица измерения | Потребность в материалах, полуфабрикатах и изделиях |          | Запас материалов    |   |                 | Площадь склада   |  |   | Удовлетворение складской площади за счет |                       |                   | Тип склада  |
|-------|-----------------------------------|-------------------|---|----------|---------------------|---|-----------------|--|--|---|--|-----------------------|-------------------|-------------|
|       |                                   |                   | Максимальная  | Суточная | Норма запаса в днях | Коэффициент неравномерности потребления | Расчетный запас | Норма расчетной площади на единицу измерения с учетом проходов и проездов в м <sup>2</sup> | Коэффициент неравномерности поступления материалов | Потребная площадь склада в м <sup>2</sup> | Производственной базы                    | Строительной площадки | Жилищной площадки |             |
| 1     | 2                                 | 3                 | 4   | 5        | 6                   | 7                                       | 8               | 9  | 10   | 11  | 12                                       | 13                    | 14                | 15          |
| 1     | Песок                             | м <sup>3</sup>    | 120   | 0,4878   | 10                  | 1,3                                     | 6,34            | 1,5  | 1,1  | 4,65                                      | -  | 4,65                  | -                 | открытый    |
| 2     | Щебень                            | м <sup>3</sup>    | 120   | 0,4878   | 10                  | 1,3                                     | 6,34            | 1,5  | 1,1  | 4,65                                      | -  | 4,65                  | -                 | открытый    |
| 3     | Колонны метал.                    | т                 | 328,9   | 1,3370   | 10                  | 1,3                                     | 17,38           | 0,3  | 1,1  | 63,73                                     | -  | 63,73                 | -                 | открытый    |
| 4     | Балки                             | т                 | 312,6   | 1,2707   | 10                  | 1,3                                     | 16,52           | 0,35   | 1,1  | 51,92                                     | -  | 51,92                 | -                 | открытый    |
| 5     | Прогоны                           | т                 | 74,3  | 0,3020   | 10                  | 1,3                                     | 3,93            | 0,3  | 1,1  | 14,40                                     | -  | 14,3969               | -                 | открытый    |
| 6     | Фермы                             | т                 | 71,6  | 0,2911   | 10                  | 1,3                                     | 3,78            | 0,2  | 1,1  | 20,81                                     | -  | 20,81                 | -                 | открытый    |
| 7     | Стеновые панели                   | м <sup>2</sup>    | 1490  | 6,0569   | 10                  | 1,3                                     | 78,74           | 0,8  | 1,1  | 108,27                                    | -  | 108,27                | -                 | под навесом |
| 8     | Плиты перекрытия                  | м <sup>3</sup>    | 269,46  | 1,0954   | 10                  | 1,3                                     | 14,24           | 1  | 1,1  | 15,66                                     | -  | 15,66                 | -                 | открытый    |
| 9     | Профнастил                        | т                 | 51,7  | 0,2102   | 10                  | 1,3                                     | 2,73            | 0,3  | 1,1  | 10,02                                     | -  | 10,02                 | -                 | под навесом |
| 10    | Окна                              | м <sup>2</sup>    | 376   | 1,5285   | 10                  | 1,3                                     | 19,87           | 45   | 1,1  | 0,49                                      | -  | 0,49                  | -                 | под навесом |
| 11    | Двери                             | м <sup>2</sup>    | 286   | 1,1626   | 10                  | 1,3                                     | 15,11           | 40   | 1,1  | 0,42                                      | -  | 0,4156                | -                 | под навесом |
| 12    | Масляная краска                   | м <sup>2</sup>    | 725   | 2,9472   | 10                  | 1,3                                     | 38,31           | 20   | 1,1  | 2,11                                      | -  | 2,11                  | -                 | закрытый    |
| 13    | Керам.плитка                      | м <sup>2</sup>    | 2190,16   | 8,9031   | 10                  | 1,3                                     | 115,74          | 100  | 1,1  | 1,27                                      | -  | 1,27                  | -                 | закрытый    |
| 14    | Водоэмульсионная краска           | м <sup>2</sup>    | 5459  | 22,1911  | 10                  | 1,3                                     | 288,48          | 20   | 1,1  | 15,87                                     | -  | 15,8666               | -                 | закрытый    |
| 15    | Строительный инвентарь            | т                 | 0,1   | 0,0004   | 10                  | 1,3                                     | 0,01            | 0,7  | 1,1  | 0,01                                      | -  | 0,0083                | -                 | закрытый    |

### 3.3.4 Расчет временного водоснабжения

Исходными данными для определения потребности в воде являются принятые меры производства и организации строительно-монтажных работ, их объёмы и сроки их выполнения.

Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно-бытовые нужды и на случай тушения пожара. Расчет производится для периода строительства с наиболее интенсивным водопотреблением отдельно для производственно-хозяйственных целей.

Расчёт завершается нахождением необходимого диаметра магистрального ввода временного водопровода на строительную площадку.

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лист |  |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР











## 4. Экономический раздел

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |







- на удорожание работ, выполненных в зимние время и другие подобные затраты, включаемые в сметную стоимость СМР и предусмотренные в главе «Прочие работы и затраты» сводного сметного расчета стоимости строительства, определяемые в процентах от стоимости каждого вида работ, затрат или от итога СМР по всем локальным сметам;

- резерв средств на непредвиденные работы и затраты, предусмотренный в сводном сметном расчете стоимости строительства (в части, предназначенной для возмещения затрат подрядчика). Размер этих средств определяется по согласованию между заказчиком и подрядчиком.

В данном проекте объектный сметный расчет составлен на основе стоимостных показателей по объектам-аналогам.

Таблица 4.1

Форма № 3

Строительство блока ремонтно-механических мастерских в Нижневартовском районе  
(наименование стройки)  
ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 1  
(объектная смета)

Сметная стоимость 41912,84 тыс. руб.  
Средства на оплату труда 6002,36 тыс. руб.  
Расчетный измеритель единичной стоимости 801,70 тыс. руб/м3  
Составлен(а) в ценах по состоянию на II квартал 2001г

| N п/п | Номера сметных расчетов (смет) | Наименование работ и затрат   | Сметная стоимость, тыс. руб. |                 |                                  |               |          | Средства на оплату труда | Показатели единичной стоимости |
|-------|--------------------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------|----------|--------------------------|--------------------------------|
|       |                                |   | строительных работ           | монтажных работ | оборудования, мебели и инвентаря | прочих затрат | всего    |                          |                                |
| 1     | 2                              | 3   | 4                            | 5               | 6                                | 7             | 8        | 9                        | 10                             |
| 1     | ЛСР №1                         | Земляные работы   | 1520,53                      |                 |                                  |               | 1520,53  | 347,01                   |                                |
| 2     | ЛСР №2                         | Устройство свайного фундамента  | 16742,69                     |                 |                                  |               | 16742,69 | 1798,25                  |                                |
| 3     | ЛСР №3                         | Устройство каркаса  | 12348,03                     |                 |                                  |               | 12348,03 | 1870,67                  |                                |
| 4     | ЛСР №4                         | Устройство кровли   | 4656,39                      |                 |                                  |               | 4656,39  | 490,32                   |                                |
| 5     | ЛСР №5                         | Отделочные работы   | 4535,63                      |                 |                                  |               | 4535,63  | 1496,11                  |                                |
| 6     | ЛСР №6                         | Заполнение проемов  | 2279,58                      |                 |                                  |               | 2279,58  | 85,85                    |                                |
|       |                                | Итого   | 39803,26                     |                 |                                  |               | 39803,26 | 6002,36                  |                                |
|       |                                | Затрат на строительство титульных временных зданий и сооружений (ЗиС), 1,8% |                              |                 |                                  | 716,46        | 716,46   |                          |                                |
|       |                                | Итого с временными ЗиС  |                              |                 |                                  |               | 40519,72 |                          |                                |
|       |                                | Затраты на производство работ в зимнее время, 3,5%                          |                              |                 |                                  | 1393,11       | 1393,11  |                          |                                |
|       |                                | Итого с зимними   |                              |                 |                                  |               | 41912,84 |                          |                                |





Таблица 4.3

## Технико-экономические показатели проекта

| № п/п | Наименование  | Ед.изм.                | Количество |
|-------|---|------------------------|------------|
| 1     | Общая площадь, всего  | м <sup>2</sup>         | 2160       |
| 2     | Строительный объем, всего   | м <sup>3</sup>         | 9340       |
| 3     | Общая сметная стоимость объекта в ценах по состоянию на 01.04.2018 г. с НДС | тыс.руб.               | 41912,84   |
| 4     | Стоимость 1м <sup>2</sup> общей площади объекта                             | тыс.руб/м <sup>2</sup> | 19,40      |
| 5     | Стоимость 1м <sup>3</sup> объекта   | тыс.руб/м <sup>3</sup> | 4,49       |

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |

## 5. Безопасность жизнедеятельности

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |









чтобы эта деятельность человека и ее последствия оказывали как можно меньше пагубного влияния.

Очень важным является восстановление нарушенных почв растительного покрова. Если есть возможность, то нужно максимально сохранить существующие зеленые насаждения, что безусловно выполняется в проектировании здания рынка. И после окончания строительства производятся работы по благоустройству и озеленению.

Отсутствие достаточной культуры на строительной площадке, загрязнение территории горючими материалами, пренебрежение требованиями пожарной безопасности и предупреждения пожаров на стройке приводят к пожару, который наносит вред не только человеку, но и окружающей среде. Загрязнение почв горючими материалами тоже пагубно сказывается на окружающей среде, делает невозможным их дальнейшее использование.

Строительный мусор должен помещаться в специальные контейнеры и при их наполнении должен сразу же вывозиться и не в коем случае не должен быть раскидан по всей строительной площадке.

Беспорядочное хранение и распространение материалов на объекте запрещается.

Сброс канализационных вод производится в городскую сеть. Временные инженерные сети прокладываются с учетом существующих.

Загрязнением окружающей среды является внесение в состав атмосферного воздуха, атмосферы или оборудование в них загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих нормативы качества или уровни естественного содержания. Источниками загрязнения могут быть, в частности, транспортные средства.

### 5.3 Расчет грузозахватных механизмов

При выборе канатов для стропов в отличие от грузовых канатов или канатов для оттяжек и вант приходится учитывать и способ строповки. Расчет усилия в ветвях стропа при подвеске груза можно вести двумя способами, пользуясь заложением ветвей стропа или тригонометрической функцией угла  $\alpha$  между ветвями стропа и вертикалью.

$Q = 14200\text{Н}$  - вес рабочего груза (балки кровли)

Расчет усилия в ветвях стропа, учитывая заложение, ведут по формуле:

$$S = \frac{Qc}{\sin k} \quad (5.1)$$

Где  $S$  – натяжение ветви стропа, кН;

$Q$  – величина поднимаемого груза, Н;

$c$  – длина ветви стропа, м;

|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |  |  |  |  |  |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |      |

08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР

$a$  – высота треугольника, образуемого ветвями стропа, м;

$m$  – число ветвей стропа;

$k'$  – расчетный коэффициент неравномерности нагрузки на ветви стропа, зависящий от количества ветвей стропа;

При числе ветвей стропа  $m$ , равном 2 .  $k' = 0,5$ .

Определение усилия в ветвях стропа при подъеме груза величиной 14,2 кН и количестве ветвей  $m = 2$ . Размеры стропа  $a = 2$  м и при  $b = 2$  м.

Определяем длину ветви стропа

$$c = \sqrt{a^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{2^2 + \left(\frac{2}{2}\right)^2} = 2,24 \text{ м}$$

Коэффициент неравномерности нагрузки для заданного количества ветвей  $m = 2$ ,  $k' = 0,5$ .

Расчетное усилие в ветви стропа составит

$$S = \frac{Qc}{\alpha m k'} = \frac{14,2 \cdot 2,24}{2 \cdot 2 \cdot 0,5} = 6,745 \text{ кН}$$

Если известен угол между вертикалью и ветвями стропа (угол  $\alpha$ ), усилие в каждой ветви определяют по формуле

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{m k'} \quad \text{или} \quad S = n \frac{Q}{m k'} \quad \left( \frac{1}{\cos \alpha} = n \right)$$

В зависимости от массы поднимаемого груза стропы применяют в одну, две, четыре и восемь ветвей (ниток).

Равнодействующая от натяжения стропов должна проходить при нормальном положении поднимаемого груза через центр тяжести груза. Стропы и их ветви должны быть равномерно натянуты.

При определении усилия, действующего на каждую ветвь стропа, учитывают число ветвей стропа, угол их наклона к вертикали и величину  $n$ , зависящую от угла  $\alpha$  ( $n = 1,42$  при  $45^\circ$ )

Определение диаметра каната стропа для подъема груза весом 16,4 кН с зацепкой крюками при угле отклонения ветвей стропа от вертикали  $45^\circ$ , число ветвей  $m = 2$ , для  $\alpha = 45^\circ$  коэффициент  $k = 1,42$

Усилие, действующее на одну ветвь стропа

$$S = 1,42 \cdot 14,2 / 2 = 10,08 \text{ кН.}$$

Разрывное усилие ветви стропа, изготовленного из стального каната,

$$R \geq k_3 S. \quad k_3 = 3, \quad R = 3 \cdot 10,08 = 30,24 \text{ кН.}$$

Канат принимаем типа NR6x37 (ГОСТ 3071-74) диаметром 9 мм с временным сопротивлением разрыву проволоки 1600 МПа, имеющий разрывное усилие 36850 Н.

Плита по серии 1.141-1 ПК 60.15-8 весит 3960 кг.

|      |      |          |         |      |  |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      |  | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |                          |      |



## Заключение

В ходе выполнения ВКР были сформулированы следующие выводы:

- принято объёмно-планировочное и конструктивное решение блока;
- произведен теплотехнический расчёт ограждающей конструкции стеновой панели и выбран оптимальный вариант утеплителя ограждения;
- выполнен расчёт и конструирование колонны и ригеля каркаса здания;
- произведен расчет и конструирование свайного фундамента здания;
- выбраны и обоснованы решения по технологии и организации строительства здания;

- произведено технико-экономическое сравнение и выбор вариантов колонн каркаса здания: были выбраны металлические колонны как менее дорогостоящие и наименее трудоемкие для монтажа;

- составлен локальный сметный расчет на общестроительные работы, а также объектная смета и сводный сметный расчет;

- при расчетах применена автоматизация: статические расчеты ригеля, колонны произведены при помощи программного комплекса «Лира - 9.6»; расчёт фундамента выполнен в программном комплексе «Фундамент - 13.3»; сметный раздел выполнен при помощи программного продукта «Гранд-СМЕТА».

- графическая часть выполнена в программном продукте «AutoCAD-2014»;

- описаны требования безопасности при выполнении работ и необходимые мероприятия по охране окружающей среды во время строительства объекта.

В результате разработки темы данной выпускной квалификационной работы получены результаты:

- использование автоматизации при выполнении расчетов существенно облегчает процесс составления расчетно-конструктивного раздела, при этом расчеты отличаются своими точными результатами;

- выполнение сметного раздела при помощи программного продукта «Гранд-СМЕТА» также ускоряет процесс составления смет и определения сметной стоимости строительства;

- использование программных комплексов – это дополнительная возможность закрепить практически полученные в процессе обучения знания, а также познакомиться с еще не изученной терминологией, правилами и методами расчета, существующими в сфере строительства.

|      |      |          |         |      |                          |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
|      |      |          |         |      | 08.03.01.2018.369 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                          |      |



