

Аннотация

Выпускная квалификационная работа на тему «Цех по производству заготовок для сборки резервуаров». В пояснительной записке были разработаны следующие разделы:

- в архитектурно-планировочном разделе спроектированы объемно-планировочное, конструктивное, архитектурно-художественное решения по возведению цеха, а также произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
- в расчетно-конструктивном разделе спроектирована отправочная марка стальной фермы пролетом 36 м;
- в разделе Технология строительства разработана технологическая карта на монтаж стальных ферм;
- в разделе Организация строительства разработан проект производства работ на возведение надземной части здания;
- в разделе Экономика строительства составлены объектная и локальные сметы на возведение подземной части здания и отдельно на монтаж стальных ферм;
- раздел Безопасность и экологичность технического объекта рассматривает опасные факторы, действующие при производстве работ, а также мероприятия по уменьшению влияния этих опасных факторов.

В приложении содержатся дополнительные сведения к разделам выпускной квалификационной работы.

Содержание

Введение.....	7
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	8
1.1 Исходные данные	8
1.2 Схема планировочной организации земельного участка.....	8
1.3 Объемно-планировочное решение	9
1.4 Конструктивное решение	10
1.4.1 Фундаменты.....	10
1.4.2 Колонны	11
1.4.3 Покрытие.....	11
1.4.4 Стены и перегородки	12
1.4.5. Перемычки	12
1.4.6 Окна	13
1.4.7 Двери и ворота.....	13
1.4.8 Кровля	14
1.4.9 Полы	14
1.5 Архитектурно-художественное решение	14
1.6 Теплотехнический расчет.....	15
1.6.1 Теплотехнический расчет наружной стены	15
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия	16
1.7 Инженерные сети	18
2 Расчетно-конструктивный раздел	19
2.1 Расчет и конструирование фермы	19
2.2 Сбор нагрузок	19
2.3 Подбор сечений стержней фермы	22
2.4 Расчет и конструирование узлов фермы.....	31
3 Технология строительства.....	34
3.1 Область применения	34
3.2 Организация и технология выполнения работ.....	34

3.2.1	Определение объемов работ	34
	Подсчет объемов работ представлен в таблице 8.....	34
3.2.2	Определение потребности в машинах, механизмах и приспособлениях	35
3.2.3	Подбор марки крана.....	35
3.2.2	Методы и последовательность производства работ по монтажу ферм, прогонов и настила	38
3.3	Требования к качеству и приемке работ.....	38
3.3.1	Входной контроль	38
3.3.2	Операционный контроль	39
3.3.3	Приемочный контроль.....	39
3.4	Потребность в материально-технических ресурсах	39
3.5	Безопасность труда, пожарная безопасность и экологическая безопасность	39
3.5.1	Безопасность труда	39
3.5.2	Пожарная безопасность.....	40
3.5.3	Экологическая безопасность объекта	41
3.6	Технико-экономические показатели	43
3.6.1	Калькуляция затрат труда и машинного времени	43
3.6.2	График производства работ	43
3.6.3	Технико-экономические показатели	43
4	Организация строительства.....	45
4.1	Краткая характеристика объекта проектирования	45
4.2	Определение объемов работ	45
4.3	Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах	46
4.4	Подбор машин и механизмов для производства работ	46
4.5	Определение трудоемкости и машиноемкости работ	48
4.6	Разработка календарного плана производства работ	49

4.7	Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях	50
4.7.1	Расчет и подбор временных зданий	50
4.7.2	Расчет площадей складов	51
4.7.3	Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения	52
4.7.4	Расчет и проектирование сетей электроснабжения.....	55
4.8	Проектирование строительного генерального плана.....	57
4.9	Технико-экономические показатели	58
5	Экономика строительства	60
5.1	Пояснительная записка.....	60
5.2	Расчет стоимости проектных работ	61
5.3.	Технико-экономические показатели проектируемого объекта строительства.....	62
6	Безопасность и экологичность технического объекта	64
6.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика объекта «Цех по производству заготовок для сборки резервуаров»	64
6.2	Выявление профессиональных рисков	65
6.3	Способы и средства уменьшения профессиональных рисков	65
6.4	Обеспечение пожарной безопасности объекта проектирования	66
6.4.1	Выявление опасных факторов при пожаре	66
6.4.2	Разработка средств и методов для обеспечения пожарной безопасности.....	67
6.4.3	Мероприятия по предотвращению пожара	68
6.5	Обеспечение экологической безопасности объекта	69
	Заключение	71
	Список используемой литературы	72
	Приложение А Дополнительные сведения к «Расчетно-конструктивному разделу».....	75

Приложение Б Дополнительные сведения к разделу «Технология строительства».....	97
Приложение В Дополнительные сведения к разделу «Организация строительства».....	100
Приложение Г Дополнительные сведения к разделу «Экономика строительства».....	128

Введение

В Российской Федерации большое внимание уделяется увеличению производства конструкций, необходимых для хранения нефте- и газопродуктов. В связи с этим актуально возведение цеха по производству заготовок для сборки резервуаров, в котором будут изготавливать стенки, дно и кровлю резервуаров из листовой стали в виде рулона. Такой способ возведения резервуаров значительно упрощает монтаж и сокращает сроки возведения.

Проектируемый цех – отдельно стоящее здание, обеспеченное необходимой инфраструктурой промышленного предприятия, вписывающейся в границы существующей территории города Оренбург. В цехе установлен специальный стенд рулонирования, на котором производят сварку заготовок листовой стали между собой, контроль качества сварных швов и сворачивание данного листа в рулон. С территории цеха рулоны транспортируют железнодорожным транспортом к месту установки будущего резервуара.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка архитектурно-конструктивных и организационно-технологических решений по строительству цеха по производству рулонных заготовок.

Достичь поставленные цели можно решив следующие задачи:

- разработка схемы планировочной организации земельного участка, объемно-планировочных и конструктивных решений объекта;
- разработка технологических и организационных решений по строительству цеха;
- определение сметной стоимости строительства;
- разработка мероприятий по охране труда и технике безопасности на строительной площадке.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Исходные данные для проектирования:

- район строительства г. Оренбург, Оренбургская область,
- климатический район строительства — III;
- климатический подрайон строительства — А;
- класс и уровень ответственности КС-2;
- категория здания по взрывопожарной и пожарной Г;
- степень огнестойкости III;
- класс конструктивной пожарной С1;
- класс функциональной пожарной Ф5.1;
- расчетный срок службы здания — не менее 50 лет;
- состав грунта послойно: растительный слой 0,15 м, песок мелкий средней плотности 6,6 м, суглинок полутвердый непросадочный 12,4 м.

1.2 Схема планировочной организации земельного участка

Строительство цеха рулонирования подразумевается на территории завода трубных заготовок по улице Терешковой города Оренбург. Территория завода огорожена металлическим забором и имеет один въезд (выезд), также имеется производственный корпус и КПП.

Геометрическая форма участка строительства прямоугольная, размеры ее в плане 216,5×172,8 м.

Для работников проектируемого цеха предусматривается автостоянка, пешеходные дорожки шириной 1,0 м для их перемещения по территории завода; автомобильные дороги шириной 5,0 м – для передвижения

автотранспорта. Благоустройство и озеленение осуществляется в виде насаждений многолетних трав и лиственных деревьев.

Для удобства передвижения спецтехники площадка проектируется с дополнительным въездом (выездом).

Рельеф участка спокойный с отметками 59,5 ~ 60,5.

За нулевую отметку возводимого цеха принята отметка чистого пола первого этажа, что составляет 61,62 – абсолютная отметка.

Технико-экономические показатели СПОЗУ приведены в графической части на листе 1.

1.3 Объемно-планировочное решение

Цех по производству заготовок для сборки резервуаров — одноэтажное здание в один пролет, форма прямоугольная, размеры в осях А-Б — 36 м, в осях 1-17 — 96 м.

Шаг колонн по всему зданию принят 6м. Высота пролета до низа стропильных конструкций 14,4м.

В пролете действует мостовой кран грузоподъемностью 100 т. Подкрановые балки — металлические, имеют двутавровое сечение, высота сечения 1000 мм. Пролет балок 6 м.

В проектируемом цехе размещаются следующие участки: кромконарезное отделение, ремонтное отделение, заготовительный склад, стенд рулонирования. В кромконарезном отделении на листовых заготовках разделяют кромки для лучшего провара листовой стали между собой. Листы стали с разделанными кромками перемещают на заготовительный склад.

Готовую продукцию доставляют к месту сборки железнодорожным транспортом. Для этого в цехе предусмотрена рельсовая колея для въезда вагонов на территорию цеха. Во время погрузки рулона на вагон мостовым

краном в ремонтном и кромконарезном отделении не должно находиться работников.

Размеры и тип оконных проемов приняты с учетом конструкции стенового ограждения, а также светотехнических требований (смотри таблицу 1.4).

В осях А-Б по оси 1 предусмотрены секционные ворота размерами 4,8×5,4 м. В осях 9-10 по оси Б предусмотрен наземный переход в АБК, в осях 1-3/А-Б предусмотрены мужской и женский санузлы и помещение для персонала.

1.4 Конструктивное решение

Каркас здания выполнен из металлических конструкций по рамно-связевой схеме.

Жёсткость в продольном направлении обеспечивается вертикальными крестовыми связями в подкрановой части колонн, расположенными в осях 8-9 и вертикальными связями в надкрановой части колонн в осях 1-2, 8-9, 16-17. Жёсткость в поперечном направлении обеспечивается жёсткостью однопролетной рамы, представляющую собой колонны с жёсткими базами и ферму, шарнирно прикреплённую к оголовкам. Совместность работы рам обеспечивается подкрановыми балками, жёстким диском покрытия (профилированным настилом, уложенным по прогонам), стеновыми панелями.

Рамы с осей 1 и 17 смещены с модульной сетки внутрь здания на 500 мм для того, чтобы применить стеновые панели номинальной длины.

1.4.1 Фундаменты

Фундаменты колонн и фахверков здания – монолитные столбчатые железобетонные из бетона В20. Грунт основания уплотнен тяжелыми трамбовками на глубину 1,5 м для устранения просадочных свойств, до

плотности скелета грунта не менее 1,65-1,7 т/м³ под подошвой фундамента и не менее 1,6 т/м³ на глубине 1,5 м.

Фундаментные балки – монолитные из бетона класса В20.

1.4.2 Колонны

Колонны – ступенчатые составного сечения из стали класса С245.

Стойки торцевого фахверка – сварные двутаврового сечения из стали класса С245.

1.4.3 Покрытие

Фермы со стержнями таврового и крестового сечения из парных прокатных уголков. Пролет фермы — 36 м. Покрытие – стальной профилированный настил по стальным прогонам. Шаг прогонов 1,5 м. На профилированный настил укладываются слои паро- и теплоизоляции и слой утеплителя Технониколь Роклайт толщиной 50 мм (теплотехнический расчет приведен в пункте 1.6). В таблице 1 представлена спецификация элементов каркаса и покрытия.

Таблица 1 – Спецификация элементов каркаса и покрытия

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч. »[1]
1	2	3	4	5	6
<u>Фундаменты</u>					
ФМ1	–	Фундамент монолитный ФМ1	4	–	–
ФМ2	–	Фундамент монолитный ФМ2	30	–	–
ФМ3	–	Фундамент монолитный ФМ3	10	–	–
БФм1	–	Фундаментная балка монолитная БФм1	44	–	м ³
<u>Колонны</u>					
К1	Индивидуального изготовления	Колонна металлическая К1	34	–	–
К2	Индивидуального изготовления	Колонна металлическая К2	10	–	фахверк

Продолжение таблицы 1

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч. »[1]
1	2	3	4	5	6
<u>Подкрановые балки</u>					
БП1	Индивидуального изготовления	Балка подкрановая БП1	32	–	–
<u>Фермы</u>					
Ф1	Индивидуального изготовления	Ферма стропильная Ф1	17	–	–
<u>Прогоны</u>					
П1	серия 1.460.2-10/88 в.1, ч.1	[24	368	–	–
<u>Настил</u>					
Н1	с. 1.460.2-10/88 в.1	Н60–845–0,7	6482	–	м ²

1.4.4 Стены и перегородки

Стены наружные — из трехслойных сэндвич-панелей.

Перегородки — из пустотелого кирпича толщиной 120 мм.

1.4.5. Перемычки

Перемычки устанавливаются над дверными проемами в техническом помещении и санузле — сборные железобетонные, по серии 1.038.1-1.вып.1. В таблице 2 представлена ведомость перемычек, в таблице 3 — спецификация перемычек.

Таблица 2 — Ведомость перемычек

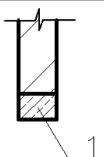
«Марка, поз.	«Схема сечения»[1]
ПР1 (5 шт.)	

Таблица 3 — Спецификация перемычек

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч. »[1]
1	с.1.038.1-1 в.1	Перемычка 1ПБ13-1-п	4	20,0	–

1.4.6 Окна

Для заполнения проемов используются окна индивидуального изготовления из металлических сплавов с ленточным остеклением одиночным стеклопакетом.

1.4.7 Двери и ворота

Двери – деревянные согласно ГОСТ 475-2016. В наружных стенах предусмотрено два дверных проема по осям 1 и 17. Внутри здания заполнение дверных проемов предусматривается в перегородках технического помещения и санузлов.

Ворота – секционные индивидуального производства. По оси 1 устанавливаются ворота для проезда железнодорожного транспорта, а по оси 17 — для автомобильного погрузочно-разгрузочного транспорта.

В таблице 4 приведена спецификация элементов заполнения проемов.

Таблица 4 — Спецификация элементов заполнения проемов

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч. »[1]
1	2	3	4	5	6
<u>Окна</u>					
ОК1	Индивид. изгот.	Оконный блок 6,0×4,2 (h)	27	–	–
ОК2	Индивид. изгот.	Оконный блок 6,0×1,8 (h)	28	–	–
<u>Двери</u>					
1	ГОСТ 475-2016	ДН 1Рп 21×10 Г Пр Т3 Мд4	2	–	–
2	ГОСТ 475-2016	ДС 1Рп 21×8 Г ПрБ Мд1	3	–	–
3	ГОСТ 475-2016	ДС 1Рл 21×8 Г ПрБ Мд1	2	–	–

Продолжение таблицы 4

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч. »[1]
<u>Ворота</u>					
5	Индивид. изгот.	Ворота секционные 5400×4800	1	–	–
6	Индивид. изгот.	Ворота секционные 4200×3000	1	–	–

1.4.8 Кровля

Кровельное покрытие плоское, с уклоном 1,5%, послойно:

- водоизоляционный ковер: полипропиленовая мембрана EUROTOP L2;
- утеплитель Технониколь Роклайт толщиной 50 мм;
- пароизоляция Sarnavar 1000 E/ Производитель "Зика" Россия.

1.4.9 Полы

Полы – монолитная плита из бетона класса В20 по грунту, уплотненному слою щебня с упрочнением. На бетонную плиту наносится упрочняющее покрытие на основе эпоксидной смолы.

1.5 Архитектурно-художественное решение

Цветовое решение фасадов принято в серых и красных тонах.

Ленточное остекление предусмотрено со стороны фасадов 1-17 и 17-1 в осях 2-16.

Со стороны фасадов по осям 1 и 17 расположены металлические лестницы для доступа к кровле при ремонтных работах и для пожаротушения.

Кирпичная кладка технического помещения и санузлов оштукатурена и окрашена. В санузлах облицовка стен на высоту 1,5 м выполнена из керамической плитки.

1.6 Теплотехнический расчет

«Данные для расчета:

- место строительства — город Оренбург;
- относительная влажность воздуха внутри помещения — 55%;
- $t_{в} = +16^{\circ}C$ — температура воздуха внутри помещения;
- зона влажности – сухая;»[19]
- условия эксплуатации — А (согласно [19]);
- $Z_{от} = 195$ (согласно [19]);
- $t_{от} = -6,0^{\circ}C$ (согласно [19]);
- $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}C)$ (согласно [20]);
- $\alpha_{н} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}C)$ (согласно [20]).

1.6.1 Теплотехнический расчет наружной стены

На рисунке 1 представлено изображение эскиза наружной ограждающей конструкции

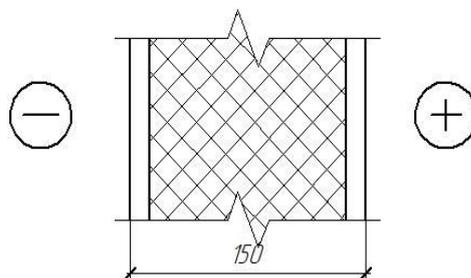


Рисунок 1 — Стеновое ограждение

«Градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}C \cdot \text{сут}/\text{год}$, определяют по формуле 1:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot Z_{\text{от}} \quad (1)$$

$$\text{ГСОП} = (16 - (-6,0)) \cdot 195 = 4290^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

«Значения R_0^{TP} для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле 2:

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГОСП} + b \quad (2)$$

$$R_0^{\text{TP}} = 0,0002 \cdot 4290 + 1,0 = 1,858 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

В качестве стенового ограждения применены сэндвич-панели толщиной 150 мм с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_0 = 3,0 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, что превышает определенное по формуле 2 $R_0^{\text{TP}} = 1,858 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

На рисунке 2 приведена схема расположения слоев ограждающей конструкции. В таблице 5 приведен послойно состав покрытия.

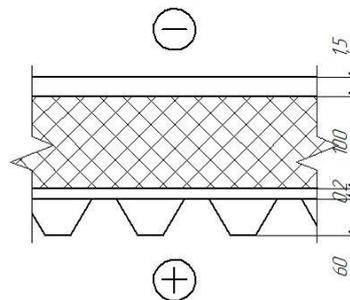


Рисунок 2 — Слои покрытия

Таблица 5 — Состав ограждающей конструкции

Номер сл.	Наименование слоя	Толщина δ , м	Плотность, кг/м ³	Коэффициент Теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Полипропиленовая мембрана EUROTOP L2	0,0015	1800	0,15
2	Технониколь Роклайт	х	35	0,036
3	Пароизоляция «Sarnavar 1000 E»	0,0002	1450	0,3
4	Профлист Н-60	–	–	–

«Значения R_0^{TP} для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле»[20] 2:

$$R_0^{\text{TP}} 0,00025 \cdot 4290 + 1,5 = 2,573 \text{ м}^2 \cdot \text{° С/Вт}$$

Толщину утеплителя принимаем из условия:

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = 2,573 \text{ м}^2 \cdot \text{° С/Вт}$$

$$\delta_2 = \left(2,573 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0015}{0,15} - \frac{0,05}{0,036} - \frac{0,0002}{0,3} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,042 = 0,043 \text{ м} \quad (3)$$

Окончательно принимаем толщину $\delta_2 = 50 \text{ мм}$

Определяем фактическое сопротивление теплопередаче всей ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0015}{0,15} + \frac{0,05}{0,042} + \frac{0,05}{0,036} + \frac{0,0002}{0,3} + \frac{1}{23} = 2,748 \text{ м}^2 \cdot \text{° С/Вт}$$

$$R_0 = 2,748 \text{ м}^2 \cdot \text{° С/Вт} > 2,573 \text{ м}^2 \cdot \text{° С/Вт} = R_0^{\text{TP}}$$

Условие выполняется, дополнительного слоя утеплителя не требуется.

1.7 Инженерные сети

Проектируемое здание оборудовано следующими инженерными системами:

- для удовлетворения потребности в водных ресурсах (хозяйственно-питьевых, технологических, противопожарных) предусмотрена подача воды из городской сети;
- для отвода воды со строительной площадки запроектированы бытовая и ливневая канализации без предварительной очистки;
- вентиляция помещения цеха – приточно-вытяжная механическая;
- теплоснабжение – центральное водяное, подключенное к городской сети;
- обеспечение строительной площадки электроснабжением производится от внешней трансформаторной подстанции.

Выводы по разделу 1

Разработаны объемно-планировочное, конструктивное и архитектурно-художественное решения, произведен теплотехнический расчет стеновых конструкций и покрытия, выполнена схема планировочной организации земельного участка.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Расчет и конструирование фермы

В данном разделе представлен расчет металлической фермы. Пролет фермы составляет 36 м, фермы устанавливаются на колонны, с шагом в продольном направлении 6 м. Высота фермы 3,15 м, отметка нижнего пояса стальной конструкции +14.400. ферма изготовлена из спаренных уголков совмещенных широкими полками вместе [7]. Класс стали уголков — С245. В разделе осуществляется подбор сечения стержней фермы, расчет ее узлов и проектирование чертежа отправочной марки. Геометрическая схема фермы представлена на рисунке 3.

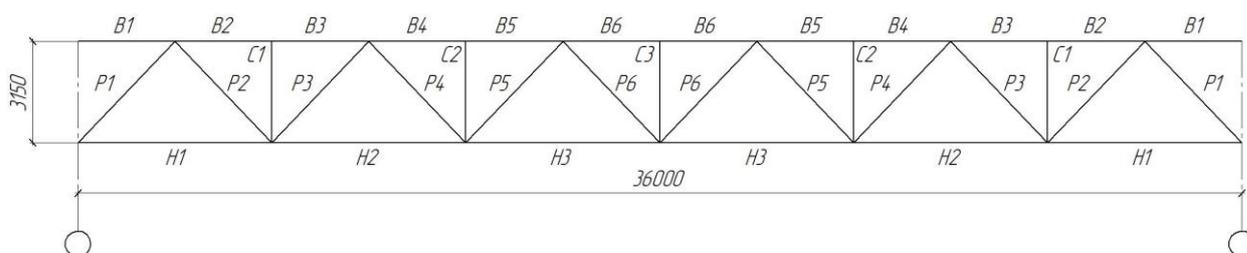


Рисунок 3 — Геометрическая схема фермы

2.2 Сбор нагрузок

«Основными нагрузками, которые действуют на ферму являются:

– постоянные (собственный вес фермы и конструкции кровельного покрытия);

– временные (нагрузка от снегового покрова).»[16]

Для города Оренбург нормативное значение веса снегового покрова—
 $S_g = 1,25 \text{ кН/м}^2$

«Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную

проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = c_B c_t \mu S_g \quad (4)$$

где c_B — коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, $c_B=1$;

c_t — термический коэффициент, $c_t=1$;

μ — коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, $\mu=1$;

S_g — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли.»[16]

$$S_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,25 \text{ кН/м}^2$$

Подсчет нагрузок от покрытия приведен в таблице 6.

Таблица 6 — Нормативные и расчетные нагрузки на 1 м² покрытия

«Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка, кН/м ² »[16]
Постоянные:			
Полипропиленовая мембрана EUROTOP L2	0,001	1,3	0,001
Утеплитель Технониколь Роклайт — 50 мм	0,035	1,3	0,046
Пароизоляция Sarnavar 1000 E	0,02	1,3	0,026
Стальной профилированный настил	0,09	1,05	0,095
Прогоны [24	0,08	1,05	0,084
Стальная ферма	0,41	1,05	0,43
Связи покрытия	0,06	1,05	0,063
Итого постоянные	0,696		0,745
Временные:			
Снеговая	1,25	1,4	1,75

Для определения сосредоточенных нагрузок, действующих на узлы фермы, необходимо определить грузовую площадь фермы:

– для крайних ферм по осям 1 и 17

$$F_1 = \frac{a}{2} \cdot b = \frac{6}{2} \cdot 3 = 9\text{м}^2 \quad (5)$$

– для средних ферм в осях 2-16

$$F_2 = a \cdot b = 6 \cdot 3 = 18\text{м}^2 \quad (6)$$

где a — «шаг ферм, м; b — расстояние между узлами по верхнему поясу,»[11] м.

Постоянная нагрузка, действующая на узлы фермы:

– на крайние

$$P_1 = g_n \cdot F_1 = 0,745 \cdot 9 = 6,71\text{кН} \quad (7)$$

– на средние

$$P_2 = g_n \cdot F_2 = 0,745 \cdot 18 = 13,41\text{кН} \quad (8)$$

Временная (снеговая) нагрузка, действующая на узлы фермы:

– на крайние

$$P_{s1} = S_0 \cdot F_1 = 1,25 \cdot 9 = 11,25\text{кН} \quad (9)$$

– на средние

$$P_{s2} = S_0 \cdot F_2 = 1,25 \cdot 18 = 22,5\text{кН} \quad (10)$$

Усилия, возникающие в стержнях фермы, сведены в таблицу 7.

Таблица 7 — Усилия в стержнях фермы

Наименование стержня	Марка стержня	Усилия в стержнях от		Усилие от сочетания нагрузок, кН
		Постоянной нагрузки, кН	Снеговой нагрузки, кН	
Верхний пояс	B1	0	0	0
	B2	-128	-215	-343
	B3	-128	-215	-343
	B4	-205	-343	-548
	B5	-205	-343	-548
	B6	-230	-386	-616
Нижний пояс	H1	70	118	188
	H2	173	290	462
	H3	224	376	599
Раскосы	P1	-105	-175	-280
	P2	81	136	217
	P3	-67	-112	-178
	P4	45	76	121
	P5	-29	-48	-76
	P6	9	15	24
Стойки	C1	-13	-23	-36
	C2	-13	-23	-36
	C3	11	18	29

2.3 Подбор сечений стержней фермы

Элементы фермы выполнены из стали класса С245 с $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$, толщина фасонок в соответствии с [12] $t_\phi = 14 \text{ мм}$.

Панель В2, В3:

Усилие в стержне: $N = -343\text{кН}$.

Расчетные длины: $l_x = 300\text{см}$, $l_y = 300\text{см}$.

Коэффициент условия работы (согласно [18], таблица 1): $\gamma_c = 1$.

$$\lambda = 80 \rightarrow \bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 2,7 \rightarrow \varphi = 0,617$$

Требуемое значение площади сечения определяется по формуле 11:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} \quad (11)$$

$$A_{\text{тр}} = \frac{343}{0,617 \cdot 24 \cdot 1} = 23,16\text{см}^2$$

Требуемые значения радиусов инерции сечения определяются по формуле (12):

$$i_x^{\text{тр}} = \frac{l_x}{\lambda}, i_y^{\text{тр}} = \frac{l_y}{\lambda} \quad (12)$$

$$i_x^{\text{тр}} = i_y^{\text{тр}} = \frac{300}{80} = 3,75\text{см}$$

Подбираем $2 \perp 125 \times 80 \times 8$, составленных широкими полками вместе:
 $A_\phi = 2 \cdot 16 = 32\text{см}^2$, $i_x^\phi = 4\text{см}$, $i_y^\phi = 3,41\text{см}$.

Проверяем устойчивость подобранного сечения согласно [18] по формуле 13:

$$\frac{N}{\phi A R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (13)$$

Гибкости: $\lambda_x^\phi = \frac{l_x}{i_x^\phi} = \frac{300}{4} = 75$, $\lambda_y^\phi = \frac{l_y}{i_y^\phi} = \frac{300}{3,41} = 87,98$

$$\lambda_{max} = 87,98 < \lambda_{пр} = 120; \bar{\lambda} = 87,98 \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 2,97 \rightarrow \phi = 0,567$$

Проверяем подобранное сечение:

$$\frac{343}{0,567 \cdot 32 \cdot 24 \cdot 1} = 0,79 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем $2 \perp 125 \times 80 \times 8$.

Панель В6:

Усилие в стержне: $N = -616 \text{кН}$, расчетные длины: $l_x = 300 \text{см}$, $l_y = 300 \text{см}$, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$. $\lambda = 80, \bar{\lambda} = 2,7 \rightarrow \varphi = 0,617$.

Требуемое значение площади:

$$A_{тр} = \frac{616}{0,617 \cdot 24 \cdot 1} = 41,6 \text{см}^2.$$

Требуемые значения радиусов инерции:

$$i_x^{тр} = i_y^{тр} = \frac{300}{80} = 3,75 \text{см}.$$

Подбираем $2 \perp 160 \times 100 \times 10$, составленных широкими полками вместе:

$$A_\phi = 2 \cdot 25,3 = 50,6 \text{см}^2, i_x^\phi = 5,13 \text{см}, i_y^\phi = 4,11 \text{см}.$$

Фактические гибкости:

$$\lambda_x^\phi = \frac{l_x}{i_x^\phi} = \frac{300}{5,13} = 58,48, \lambda_y^\phi = \frac{l_y}{i_y^\phi} = \frac{300}{4,11} = 73.$$

$$\lambda_{max} = 73 < \lambda_{пр} = 120; \bar{\lambda} = 73 \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 2,47 \rightarrow \phi = 0,659$$

Проверяем:

$$\frac{616}{0,659 \cdot 50,6 \cdot 24 \cdot 1} = 0,77 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2L 160×100×10.

Панель Н1:

Усилие в стержне: $N = 188\text{кН}$, расчетные длины: $l_x = 574\text{см}$, $l_y = 574\text{см}$, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$.

Требуемое значение площади:

$$A_{тр} = \frac{188}{24 \cdot 1} = 7,83\text{см}^2.$$

Подбираем согласно [8] 2L 70×5: $A_\phi = 2 \cdot 6,86 = 13,72\text{см}^2$.

Проверяем:

$$\frac{188}{13,72 \cdot 24 \cdot 1} = 0,57 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2L 70×5.

Панель Н3:

Усилие в стержне: $N = 599\text{кН}$, расчетные длины: $l_x = 600\text{см}$, $l_y = 600\text{см}$, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$.

Требуемое значение площади:

$$A_{тр} = \frac{599}{24 \cdot 1} = 24,96\text{см}^2.$$

Подбираем согласно [8] 2L 100×7: $A_\phi = 2 \cdot 13,8 = 27,6\text{см}^2$.

Проверяем:

$$\frac{599}{27,6 \cdot 24 \cdot 1} = 0,9 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем $2 \perp 100 \times 7$.

Раскос P1:

Усилие в стержне: $N = -280 \text{ кН}$, расчетные длины: $l_x = 417,5 \text{ см}$, $l_y = 417,5 \text{ см}$, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$. $\lambda = 80, \bar{\lambda} = 2,7 \rightarrow \varphi = 0,617$.

Требуемое значение площади:

$$A_{\text{тр}} = \frac{280}{0,617 \cdot 24 \cdot 1} = 18,91 \text{ см}^2.$$

Требуемые значения радиусов инерции:

$$i_x^{\text{тр}} = i_y^{\text{тр}} = \frac{417,5}{80} = 5,22 \text{ см}.$$

Подбираем $2 \perp 160 \times 100 \times 10$, составленных широкими полками вместе:

$$A_{\phi} = 2 \cdot 25,3 = 50,6 \text{ см}^2, i_x^{\phi} = 5,13 \text{ см}, i_y^{\phi} = 4,11 \text{ см}.$$

Фактические гибкости:

$$\lambda_x^{\phi} = \frac{l_x}{i_x^{\phi}} = \frac{417,5}{5,13} = 81,38, \lambda_y^{\phi} = \frac{l_y}{i_y^{\phi}} = \frac{417,5}{4,11} = 101,58.$$

$$\lambda_{\text{max}} = 101,58 < \lambda_{\text{пр}} = 120; \bar{\lambda} = 101,58 \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 3,43 \rightarrow \phi = 0,488$$

Проверяем:

$$\frac{280}{0,488 \cdot 50,6 \cdot 24 \cdot 1} = 0,47 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем $2 \perp 160 \times 100 \times 10$.

Раскос P2:

Усилие в стержне: $N = 217\text{кН}$, расчетные длины: $l_x = 435\text{см}$, $l_y = 435\text{см}$, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$.

Требуемое значение площади:

$$A_{\text{тр}} = \frac{217}{24 \cdot 1} = 9,04\text{см}^2.$$

Подбираем согласно [8] $2\text{L } 70 \times 5$: $A_{\phi} = 2 \cdot 6,86 = 13,72\text{см}^2$.

Проверяем:

$$\frac{217}{13,72 \cdot 24 \cdot 1} = 0,66 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем $2\text{L } 70 \times 5$.

Раскос РЗ:

Усилие в стержне: $N = -178\text{кН}$, расчетные длины: $l_x = 435\text{см}$, $l_y = 435\text{см}$, коэффициент условия работы $\gamma_c = 0,8$. $\lambda = 80, \bar{\lambda} = 2,7 \rightarrow \varphi = 0,617$.

Требуемое значение площади:

$$A_{\text{тр}} = \frac{178}{0,617 \cdot 24 \cdot 0,8} = 15,03\text{см}^2.$$

Требуемые значения радиусов инерции:

$$i_x^{\text{тр}} = i_y^{\text{тр}} = \frac{435}{80} = 5,44\text{см}.$$

Подбираем согласно [8] $2\text{L } 110 \times 8$: $A_{\phi} = 2 \cdot 17,2 = 34,4\text{см}^2$, $i_x^{\phi} = 3,39\text{см}$, $i_y^{\phi} = 5,01\text{см}$.

Фактические гибкости:

$$\lambda_x^{\phi} = \frac{l_x}{i_x^{\phi}} = \frac{435}{3,39} = 128,32, \lambda_y^{\phi} = \frac{l_y}{i_y^{\phi}} = \frac{435}{5,01} = 86,83.$$

$$\lambda_{max} = 128,32 < \lambda_{пр} = 150; \bar{\lambda} = 128,32 \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 4,34 \rightarrow \phi = 0,358$$

Проверяем:

$$\frac{178}{0,358 \cdot 34,4 \cdot 24 \cdot 0,8} = 0,75 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2 \perp 110 \times 8.

Раскос Р4:

Усилие в стержне: $N = 121$ кН, расчетные длины: $l_x = 435$ см, $l_y = 435$ см, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$.

Требуемое значение площади:

$$A_{гр} = \frac{121}{24 \cdot 1} = 5,04 \text{см}^2.$$

Подбираем согласно [8] 2 \perp 50 \times 5: $A_{ф} = 2 \cdot 4,88 = 9,76 \text{см}^2$.

Проверяем:

$$\frac{121}{9,76 \cdot 24 \cdot 1} = 0,52 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2 \perp 50 \times 5.

Раскос Р5:

Усилие в стержне: $N = -76$ кН, расчетные длины: $l_x = 435$ см, $l_y = 435$ см, коэффициент условия работы $\gamma_c = 0,8$. $\lambda = 80, \bar{\lambda} = 2,7 \rightarrow \phi = 0,617$.

Требуемое значение площади:

$$A_{\text{тр}} = \frac{76}{0,617 \cdot 24 \cdot 0,8} = 6,42 \text{ см}^2.$$

Требуемые значения радиусов инерции:

$$i_x^{\text{тр}} = i_y^{\text{тр}} = \frac{435}{80} = 5,44 \text{ см}.$$

Подбираем согласно [8] 2L 110×8: $A_{\phi} = 2 \cdot 17,2 = 34,4 \text{ см}^2$, $i_x^{\phi} = 3,39 \text{ см}$, $i_y^{\phi} = 5,01 \text{ см}$.

Фактические гибкости:

$$\lambda_x^{\phi} = \frac{l_x}{i_x^{\phi}} = \frac{435}{3,39} = 128,32, \quad \lambda_y^{\phi} = \frac{l_y}{i_y^{\phi}} = \frac{435}{5,01} = 86,83.$$

$$\lambda_{\text{max}} = 128,32 < \lambda_{\text{пр}} = 150; \quad \bar{\lambda} = 128,32 \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 4,34 \rightarrow \phi = 0,358$$

Проверяем:

$$\frac{76}{0,358 \cdot 34,4 \cdot 24 \cdot 0,8} = 0,32 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2L 110×8.

Раскос Р6:

Усилие в стержне: $N = 24 \text{ кН}$, расчетные длины: $l_x = 435 \text{ см}$, $l_y = 435 \text{ см}$, коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$.

Требуемое значение площади:

$$A_{\text{тр}} = \frac{24}{24 \cdot 1} = 1 \text{ см}^2.$$

Подбираем согласно [8] $2\text{L } 50 \times 5$: $A_\phi = 2 \cdot 4,88 = 9,76 \text{ см}^2$.

Проверяем:

$$\frac{24}{9,76 \cdot 24 \cdot 1} = 0,1 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем $2\text{L } 50 \times 5$.

Стойка С1, С2:

Усилие в стержне: $N = -36 \text{ кН}$, геометрическая длина $l_0 = 315 \text{ см}$, расчетная длина $l_x = 0,8 \cdot 315 = 252 \text{ см}$, $l_y = 315 \text{ см}$, $\gamma_c = 0,8$. $\lambda = 80$, $\bar{\lambda} = 2,7 \rightarrow \phi = 0,617$.

Требуемое значение площади:

$$A_{\text{тр}} = \frac{36}{0,617 \cdot 24 \cdot 0,8} = 3,04 \text{ см}^2.$$

Требуемые значения радиусов инерции:

$$i_x^{\text{тр}} = \frac{252}{80} = 3,15 \text{ см}, i_y^{\text{тр}} = \frac{315}{80} = 3,94 \text{ см}.$$

Подбираем согласно [8] $2\text{L } 63 \times 5$: $A_\phi = 2 \cdot 6,13 = 12,26 \text{ см}^2$, $i_x^\phi = 1,94 \text{ см}$, $i_y^\phi = 3,11 \text{ см}$.

Фактические гибкости:

$$\lambda_x^\phi = \frac{l_x}{i_x^\phi} = \frac{252}{1,94} = 129,9, \lambda_y^\phi = \frac{l_y}{i_y^\phi} = \frac{315}{3,11} = 101,29.$$

$$\lambda_{\text{max}} = 129,9 < \lambda_{\text{пр}} = 150; \bar{\lambda} = 129,9 \sqrt{\frac{24}{2,1 \cdot 10^4}} = 4,39 \rightarrow \phi = 0,495$$

Проверяем:

$$\frac{36}{0,495 \cdot 12,26 \cdot 24 \cdot 0,8} = 0,31 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2L 63×5.

Стойка С3:

Усилие в стержне: $N = 29\text{кН}$, геометрическая длина $l_0 = 315\text{см}$, расчетная длина $l_x = 0,8 \cdot 315 = 252\text{см}$, $l_y = 315\text{см}$, $\gamma_c = 1$.

Требуемое значение площади:

$$A_{\text{тр}} = \frac{29}{24 \cdot 1} = 1,2\text{см}^2.$$

Подбираем согласно [8] 2L 50×5: $A_{\text{ф}} = 2 \cdot 4,88 = 9,76\text{см}^2$.

Проверяем:

$$\frac{29}{9,76 \cdot 24 \cdot 1} = 0,12 \leq 1$$

Условие удовлетворяется, принимаем 2L 50×5.

2.4 Расчет и конструирование узлов фермы

«Длину шва по обушку стержня, исходя из условия среза металла шва, можно определить по формуле 2.11:

$$(l_w^{\text{ОБ}})^I = \frac{N_{\text{ОБ}}}{2\beta_f k_f^{\text{ОБ}} R_{wf}} + 1\text{см}. \quad (14)$$

Длину шва по обушку стержня, исходя из условия среза металла по границе сплавления, можно определить по формуле 2.12:

$$(l_w^{OB})^{II} = \frac{N_{OB}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1 \text{ см.} \quad (15)$$

Длину шва по перу стержня, исходя из условия среза металла шва, можно определить по формуле 2.13:

$$(l_w^{\Pi})^I = \frac{N_{\Pi}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1 \text{ см.} \quad (16)$$

Длину шва по перу стержня, исходя из условия среза металла по границе сплавления, можно определить по формуле 2.14:

$$(l_w^{\Pi})^{II} = \frac{N_{\Pi}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1 \text{ см,} \quad (17)$$

где N_{OB} — расчетное усилие по обушку уголка, $N_{OB} = N \cdot \alpha_{OB}$;

N_{Π} — расчетное усилие по перу уголка, $N_{\Pi} = N \cdot \alpha_{\Pi}$;

α_{OB} — коэффициент распределения усилия, $\alpha_{OB}=0,7$ для равнополочного уголка, $\alpha_{OB}=0,68$ для неравнополочного уголка;

α_{Π} — коэффициент распределения усилия,»[18] $\alpha_{\Pi} = 0,3$ для равнополочного уголка, $\alpha_{\Pi}=0,32$ для неравнополочного уголка;

« R_{wf} — расчетное сопротивление срезу (сдвигу) металла шва, в соответствии с [18] принимаем $R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$.

R_{wz} — расчетное сопротивление срезу (сдвигу) металла границы сплавления, определяется как $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 37,0 = 16,65 \text{ кН/см}^2$;

$R_{un} = 38,0 \text{ кН/см}^2$.

Минимальная длина шва 50мм.

Катет шва по обушку пояса, исходя из условия среза металла шва, можно определить по формуле 2.15:

$$k_f^{OB} = \frac{\Delta N_{OB}}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см.} \quad (18)$$

Катет шва по обушку пояса, исходя из условия среза металла по границе сплавления, можно определить по формуле 2.16:

$$k_f^{OB} = \frac{\Delta N_{OB}}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см.} \quad (19)$$

Катет шва по перу пояса, исходя из условия среза металла шва, можно определить по формуле 2.17:

$$k_f^{\Pi} = \frac{\Delta N_{\Pi}}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см.} \quad (20)$$

Катет шва по перу пояса, исходя из условия среза металла по границе сплавления, можно определить по формуле [18] 2.18:

$$k_f^{\Pi} = \frac{N_{\Pi}}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см.} \quad (21)$$

Расчет узлов фермы приведен в Приложении А.

Выводы по разделу 2

В расчетно-конструктивном разделе был выполнен расчет стальной фермы пролетом 36 м, произведен подбор сечений стержней фермы из парных уголков. По полученным результатам был спроектирован чертеж отправочной марки фермы.

3 Технология строительства

3.1 Область применения

Данная технологическая карта разработана на монтаж стальных ферм в цехе по производству рулонных заготовок.

Проектируемое здание имеет один пролет 36 м, фермы устанавливаются на колонны составного сечения с шагом 6 м.

«До начала монтажа ферм должны быть полностью закончены предусмотренные ТК подготовительные работы, в т.ч.:

- работы нулевого цикла
- монтаж колонн
- устройство стендов для укрупнительной сборки ферм
- доставка элементов ферм, инструмента, инвентарных приспособлений на строительную площадку
- укрупнительная сборка ферм
- проведение инструктажа на рабочем месте; установка предупреждающих и запрещающих знаков безопасности.»[9]

3.2 Организация и технология выполнения работ

3.2.1 Определение объемов работ

Подсчет объемов работ представлен в таблице 8.

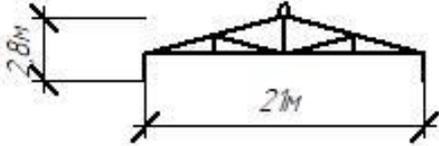
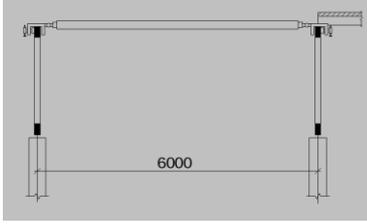
Таблица 8 — Подсчет объемов работ

«Наименование работ	Ед. изм.	Общий объем
Монтаж металлических ферм»[9]	шт/т	17/97,92

3.2.2 Определение потребности в машинах, механизмах и приспособлениях

Грузозахватные приспособления, необходимые для монтажа, представлены в таблице 9. На рисунке 4 и 5 представлены эскизы грузозахватных приспособлений.

Таблица 9 — Ведомость грузозахватных приспособлений

«Наименование технологического процесса»	Наименование грузозахватного устройства	Эскиз с размерами	Характеристики»[13]	Кол-во
Монтаж ферм	Траверса, ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11	 <p>Рисунок 4 — Траверса для монтажа ферм</p>	Q=6 т m=0,8 т	2
Временное крепление стропильных ферм	Инвентарная распорка, ПИ Промстальконструкция, 4234Р-44	 <p>Рисунок 5 — Инвентарная распорка</p>	m=0,06 т	4

3.2.3 Подбор марки крана

«Требуемая грузоподъемность, т, определяются по формуле 3.1.

$$Q_{\text{тр}} = P_{\text{э}} + P_{\text{с}} + P_{\text{о}} \quad (22)$$

где $Q_{\text{тр}}$ — требуемая грузоподъемность крана, т;

$P_{\text{э}}$ — максимальная масса элемента, конструкции, материала, т;

$P_{\text{с}}$ — масса строповочных устройств, т;

$P_{\text{о}}$ — масса оснастки, в том числе элементов усиления, т.»[2]

$$Q_{\text{тр}} = 5,76 + 0,8 + 0,06 = 6,62\text{т}$$

«Требуемая высота подъема крюка $H_{кр}$, м, определяется по формуле 3.2

$$H_{кр} = H_0 + h_3 + h_{эл} + h_c, \quad (23)$$

где $H_{кр}$ — требуемая высота подъема крюка, м;

H_0 — расстояние от уровня стоянки крана до опорного элемента на верхнем монтажном горизонте, м;

h_3 — безопасное расстояние от низа перемещаемого груза до наиболее выступающих по вертикали частей здания или сооружения (должно быть не менее 0,5 м, а до перекрытий и площадок, где могут находиться люди, не менее 2,3 м) с учетом длин (по высоте) применяемых стропов и размеров траверс (при наличии последних);

$h_{эл}$ — высота монтируемого (перемещаемого) элемента в положении подъема, м;

h_c — высота строповочного устройства, м.»[2]

$$H_{кр} = 14,4 + 2,3 + 3,15 + 2,8 = 22,65\text{м}$$

«Определяют оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту

$$tg\alpha = \frac{2(h_{ст}+h_n)}{b_1+2S} \quad (24)$$

где $h_{ст}$ — высота строповки, м; h_n — длина грузового полиспаста крана. Ориентировочно принимают от 2 до 5 м; b_1 — длин или ширина сборного элемента, м; S — расстояние по горизонтали от здания или ранее смонтированного элемента до оси стрелы (~1,5 м) или от края элемента до оси стрелы.»[13]

$$tg\alpha = \frac{2(2,8 + 0,5)}{0,3 + 2 \cdot 1,5} = 2$$

«Оптимальный угол наклона стрелы $\alpha = 63,4^\circ$.

– длина стрелы

$$L_c = \frac{H_k + h_n - h_c}{\sin \alpha}, \text{ м,} \quad (25)$$

где h_c – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана (~1,5 м);

– вылет крюка

$$L_k = L_c \cos \alpha + d, \text{ м,} \quad (26)$$

здесь d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы (около 1,5 м).»[13]

$$L_c = \frac{22,65 + 0,5 - 1,5}{0,894} = 24,21 \text{ м,}$$

$$L_k = 24,21 \cdot 0,448 + 1,5 = 12,34.$$

На рисунке 6 представлена схема подбора марки крана.

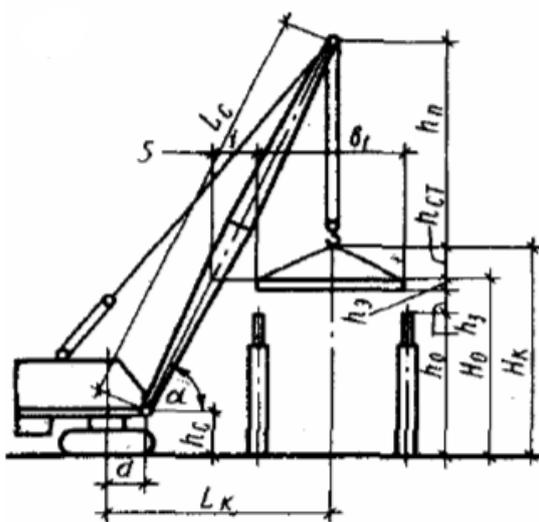


Рисунок 6 — Подбор марки крана

3.2.2 Методы и последовательность производства работ по монтажу ферм, прогонов и настила

Установка собранных стропильных ферм производится краном КС-65719-1К на подготовленные, окончательно закрепленные колонны. На фермах и местах опирания ферм на колонны предварительно должны быть нанесены риски установочных продольных осей.

Работы выполняются в две смены краном КС-65719-1К с семи стоянок. Расположение стоянок крана представлено на листе графической части.

Все необходимое для сборки и монтажа ферм транспортируется на строительную площадку, разгружается при помощи крана и раскладывается в необходимых зонах.

Для укрупнительной сборки ферм организовывается стенд, находящийся в рабочей зоне самоходного крана. После сборки производится строповка двумя монтажниками фермы и закрепляются оттяжки. Затем третьим монтажником зацепляются за захваты стропы траверсы и отдается команда машинисту натянуть стопы крана. При этом контролируется правильность расположения захватов и крюков. После осуществляют наводку на место установки. Расстроповка осуществляется после закрепления фермы при помощи болтов и окончательной выверки.

После того, как будет проверена правильность и точность установки конструкций, выполняются антикоррозийные мероприятия: подготовка поверхности, грунтовка, нанесение антикоррозийного защитного покрытия.

3.3 Требования к качеству и приемке работ

3.3.1 Входной контроль

Входной контроль материалов, изделий и конструкций осуществляется в соответствии с ГОСТ 24297-2013 «Верификация закупленной продукции». Конструкции ферм, подлежащие монтажу, при поступлении на строительную

площадку должны иметь документ о качестве (паспорт).

«Входной контроль осуществляется до момента применения продукции в процессе строительства и включает проверку наличия и содержания документов поставщиков, содержащих сведения о качестве поставленной ими продукции, ее соответствия требованиям рабочей документации, технических регламентов, стандартов и сводов правил.

Подрядчик вправе при осуществлении входного контроля провести в установленном порядке измерения и испытания соответствующей продукции своими силами или поручить их проведение аккредитованной организации.

В случае выявления при входном контроле продукции, не соответствующей установленным требованиям, ее применение для строительства не допускается.»[1]

«Результаты входного контроля должны быть документированы в журналах входного контроля и лабораторных испытаний. В журнале указываются даты поступления стройматериала и объекты, куда он распределяется, номера сопроводительных документов по качеству, номер груза, количественные параметры, результаты контроля, причины непринятия и отправки его назад, подписи ответственных лиц.»[17]

3.3.2 Операционный контроль

Операционный контроль производится непосредственно во время монтажа ферм, в соответствии с технологической документацией изготовителя. Перечень операций, подлежащих контролю, представлены в таблице Б.1, приложения Б.

3.3.3 Приемочный контроль

В рамках приемочного контроля осуществляется проверка положения элементов ферм на соответствие с указанным в чертежах.

Перечень предельных отклонений представлен в графической части.

3.4 Потребность в материально-технических ресурсах

Ведомость потребности в оснастке, инструменте и инвентаре представлена в таблице Б.2, приложения Б.

Таблица потребности в машинах и механизмах представлена в таблице Б.3, приложения Б.

3.5 Безопасность труда, пожарная безопасность и экологическая безопасность

3.5.1 Безопасность труда

«К работам по монтажу допускаются работники не моложе 18 лет, прошедшие соответствующую подготовку, имеющие профессиональные навыки для работы монтажниками и не имеющие противопоказаний по полу по выполняемой работе. Перед допуском к самостоятельной работе должны пройти медицинские осмотры для признания годными к выполнению работ в порядке, установленном Минздравом России»[15, п.5.41.1].

«Монтажники не должны приступать к выполнению работы при неисправностях технологической оснастки, средств защиты работающих, указанных в инструкциях заводов-изготовителей, при которых не допускается их применение; несвоевременном проведении очередных испытаний или истечении срока эксплуатации средств защиты работающих, установленного заводом изготовителем; недостаточной освещенности рабочих мест и подходов к ним;»[15]

«В процессе монтажа конструкций монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания»[15, п.5.41.10].

«В процессе перемещения конструкций на место установки с помощью крана монтажники обязаны соблюдать следующие габариты приближения их

к ранее установленным конструкциям и существующим зданиям и сооружениям:

- допустимое приближение стрелы крана - не более 1 м;
- минимальный зазор при переносе конструкций над ранее установленными - 0,5 м;
- допустимое приближение поворотной части грузоподъемного крана - не менее 1 м»[15, п.5.41.17].

«После установки конструкции в проектное положение необходимо произвести ее закрепление (постоянное или временное) согласно требованиям проекта. При этом должна быть обеспечена устойчивость и неподвижность смонтированной конструкции при воздействии монтажных и ветровых нагрузок. Крепление следует производить за ранее закрепленные конструкции, обеспечивая геометрическую неизменяемость монтируемого здания (сооружения)»[15, п.5.41.21].

3.5.2 Пожарная безопасность

На всех промышленных или строительных объектах вопросу пожарной безопасности должно уделяться особое внимание. Для этого разрабатываются инструкции по пожарной безопасности для каждого участка строительного или промышленного комплекса. Особое внимание должно быть уделено пожароопасным и взрывоопасным участкам

- «всем работникам необходимо пройти инструктаж по противопожарной безопасности. Строительная площадка должна быть спроектирована с учетом требований к пожарной безопасности и оборудована различными средствами пожаротушения: пожарными гидрантами, огнетушителями, пожарными щитами»[21];
- «ко всем объектам строительной площадки необходимо обеспечить свободный проезд»[21];
- «в случае возникновения пожара необходимо вызвать пожарный

расчет, до его приезда обеспечить тушение средствами, имеющимися на строительной площадке. При угрозе жизни и здоровью рабочих необходимо провести эвакуацию всех работников стройплощадки»[21];

Также на строящемся объекте должен проводиться регулярный контроль исправности электросети. На предприятии могут быть созданы специальные пожарно-технические комиссии или пожарные дружины, формируемые на добровольных основаниях, чтобы привлечь работников к предупреждению пожаров.

3.5.3 Экологическая безопасность объекта

«Экологическая безопасность должна соответствовать таким нормативно-правовым актам: Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды". Основные тезисы данных НПА:»[21]

Чтобы избежать захламления территории площадки, все производственные отходы необходимо удалять своевременно. Обязательно необходимо установить достаточное число мусорных контейнеров, как на территории площадки, так и непосредственно на местах выполнения работ.

Все машины, задействованные в производстве работ, при выезде со строительной площадки должны осуществлять мойку колес на предусмотренном на строительной площадке пункте мойке колес.

3.6 Техничко-экономические показатели

3.6.1 Калькуляция затрат труда и машинного времени

«Вычисление трудоемкости и машиноёмкости работ производится по единым нормам и расценкам (ЕНиР). Чтобы перевести из норм времени, данных по нормативному документу (чел-час и маш-час) в чел-дн и маш-см воспользуемся формулой 3.6:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8}, \text{ чел-дн/маш-см}, \quad (27)$$

где V – объем выполняемых работ;

$H_{вр}$ — норма времени;

8 — продолжительность смены.»[13]

«Калькуляция затрат труда и машинного времени»[13] сведена в таблицу Б.4 и представлена в приложении Б.

3.6.2 График производства работ

«Продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T = \frac{T_p}{n \cdot k}, \quad (28)$$

где T_p – трудозатраты (чел-дн);

n – количество рабочих в звене;

k – сменность» [13].

График работ представлен на листе 6 графической части.

3.6.3 Техничко-экономические показатели

1. Общая сумма затрат труда:

– рабочих 164,55 чел-дн (по таблице Б.4, приложения Б);

– машинного времени 33,54 маш-см (таблица Б.4, приложения Б).

2. Длительность работ — 16 дн;

3. Максимальное число рабочих — 12 чел;

4. Среднее число рабочих — 10 чел, рассчитанное по формуле:

$$R_{ср} = \frac{T}{t_{дн}} = \frac{164,55}{17} = 10 \text{ чел};$$

5. Выработка одного рабочего в смену — 0,6 т/чел-дн, рассчитанная по формуле:

$$B = \frac{V}{\sum T_{тр}} = \frac{97,92}{164,55} = 0,6 \text{ т/чел-дн};$$

6. «Затраты труда на единицу объема работ»[9] — 1,67 чел-дн/т, рассчитанные по формуле:

$$T_{\text{тр}} = \frac{1}{B} = \frac{1}{0,6} = 1,67 \text{ чел-дн/т};$$

7. Коэффициент неравномерности — 1,2, рассчитанный по формуле;

$$K = \frac{R_{\text{max}}}{R_{\text{cp}}} = \frac{12}{10} = 1,2.$$

Выводы по разделу 3

В задачах раздела Технология строительства была разработана технологическая карта на монтаж стропильной фермы, которая содержит в себе указания по выполнению монтажных работ, расчет трудоемкости и продолжительности работ, мероприятия по обеспечению безопасности труда, пожарной и экологической безопасности.

4 Организация строительства

В данном разделе был разработан проект производства работ на строительство цеха по производству заготовок для сборки резервуаров согласно СП 48.13330.2019 «Организация строительства»[17]. Технологическая карта разработана в разделе 3.

4.1 Краткая характеристика объекта проектирования

Проектируемый цех – отдельно стоящее здание, обеспеченное необходимой инфраструктурой промышленного предприятия, вписывающейся в границы существующей территории города Оренбург. В плане здание имеет размеры 96×36 м, высота здания 18,6 м.

Несущие конструкции здания — колонны и фермы — изготовлены из стали класс С245. Фасад запроектирован в красно-серых тонах, наружное стеновое ограждение — сэндвич-панели.

Рельеф участка спокойный с отметками 59,5 ~ 60,5, 61,62 – абсолютная отметка.

4.2 Определение объемов работ

«Объем работ определяется в соответствии с архитектурно-строительными чертежами. В номенклатуру входят все работы, которые необходимо выполнить для строительства и сдачи заказчику отдельного здания, включая: подготовительные работы, работы нулевого цикла, возведение надземной части, устройство кровли, внутреннюю и наружную отделку, электромонтажные и санитарно-технические работы, благоустройство территории и неучтенные работы.

Единицы измерения объемов работ должны соответствовать единицам

измерения, принятых в Государственных элементных сметных нормах (ГЭСН) [9].» [13]

Ведомость объемов СМР сведена в таблицу В.1 приложения В.

4.3 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

«Потребность в строительных материалах определяется по объемам работ, а так же по различным справочным материалам.»[13]

Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах приведена в таблице В.2 приложения В.

4.4 Подбор машин и механизмов для производства работ

Исходя из конструктивных и объемно-планировочных решений, для возведения здания подбирается стреловой самоходный кран, при выборе которого опираются на значения массы самого тяжелого элемента, поднимаемого на высоту.

Подбор крана выполнен в разделе 3 Технология строительства для самого тяжелого элемента — фермы. В таблице 10 представлены технические характеристики подобранного крана.

«Подбор грузозахватных приспособлений (строп, траверса) производится с учетом самого тяжелого и самого удаленного элемента» [13].

Описание и вид грузозахватных приспособлений помещены в разделе 3 (таблица 10).

Таблица 10 — «Технические характеристики крана КС-65719-1К»[2]

«Наименование монтируемого элемента»	Масса элемента Q, т	Высота подъема крюка H, м		Вылет стрелы L _к , м		Длина стрелы L _с , м	Грузоподъемность	
		H _{max}	H _{min}	L _{max}	L _{min}		Q _{max}	Q _{min} »[13]
Стальная ферма	5,76	31	5	28	5	30	10	1,4

На рисунке 7 показана грузовая характеристика подобранного крана.

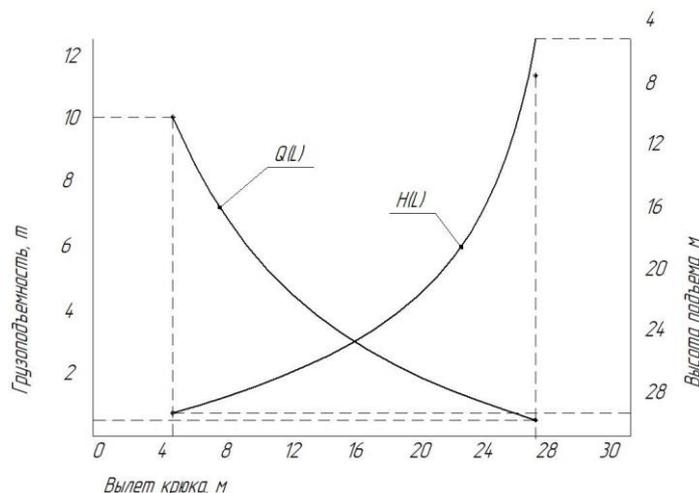


Рисунок 7 — «Грузовая характеристика стрелового крана КС-65719-1К»[2]

Кроме подбора основного крана необходимо также подобрать бульдозер и экскаватор.

Для разработки траншей необходимо подобрать экскаватор с обратной лопатой.

Высота отвала определяется по формуле:

$$H_{\text{отв}} = \sqrt{A_{\text{н}} \cdot h_{\text{тр}} \cdot k_{\text{р}}}, \quad (29)$$

где $k_{\text{р}}$ — коэффициент разрыхления грунта;

$A_{\text{н}}$ — ширина траншеи по низу;

$h_{\text{тр}}$ — глубина траншеи.

$$H_{\text{отв}} = \sqrt{5 \cdot 1,5 \cdot 1,05} = 2,8 \text{ м.}$$

Тогда радиус копания экскаватора:

$$R = \frac{A_B}{2} + c + H_{\text{отв}}, \quad (30)$$

где A_B – ширина траншеи по верху;

c – безопасное расстояние от откоса до отвала.

$$R = \frac{8}{2} + 1,0 + 2,8 = 7,8 \text{ м.}$$

Принимаем экскаватор с обратной лопатой Э-652 В с емкостью ковша $0,65 \text{ м}^3$, привод – гидравлический, радиус копания – $9,2 \text{ м}$, глубина копания – $5,8 \text{ м}$, на гусеничном ходу.

Для срезки растительного слоя и обратной засыпки грунта примем неповоротный на гусеничном ходу «бульдозер ДЗ-42 с мощностью двигателя 70 кВт , на базовом тракторе ДТ-75.»[9]

Ведомость машин и механизмов сведена в таблицу В.3 приложения В.

4.5 Определение трудоемкости и машиноемкости работ

«Трудоемкость работ в человеко-днях и машино-сменах рассчитывается по формуле:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{\text{вр}}}{8}, \quad (31)$$

где V – объем работ;

$H_{\text{вр}}$ – норма времени (чел-час, маш-час);

8 – продолжительность смены, час» [13].

«При производстве работ учитываются затраты труда на

подготовительные работы»[17] в размере 10%, санитарно-технические работы – 7%, электромонтажные работы – 5%, а также неучтенные работы в размере 16% от суммарной трудоемкости выполняемых работ.

Ведомость трудозатрат и затрат машинного времени представлена в таблице В.4 приложения В.

4.6 Разработка календарного плана производства работ

«Под календарным планом понимается проектно-технический документ, устанавливающий последовательность, интенсивность и сроки производства работ. Календарный план вычерчивается в виде линейной или сетевой модели. Под линейной моделью вычерчивается диаграмма движения людских ресурсов.»[13]

«Продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T = \frac{T_p}{n \cdot k}, \quad (32)$$

где T_p – трудозатраты (чел-дн);

n – количество рабочих в звене;

k – сменность» [13].

После составления календарного графика строится график движения рабочих и рассчитываются технико-экономические показатели. На основании построенных графиков строится график движения основных строительных машин.

4.7 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.7.1 Расчет и подбор временных зданий

«Временные здания необходимы для нормальной работы рабочих и ИТР на стройплощадке, а также для хозяйственно-бытовых нужд.

По своему назначению временные здания подразделяются на:

- производственные;
- административные;
- складские;
- санитарно-бытовые.

Временные здания, их вид, число и размер, подбираются исходя из наибольшего числа рабочих»[13] в смену в процентном соотношении в зависимости от назначения здания.

«Общее количество работающих:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}} \text{» [13].} \quad (33)$$

«Максимальная численность рабочих $N_{\text{раб}} = 30$ человек.

Численность ИТР рассчитывается по формуле:»[13]

$$N_{\text{итр}} = N_{\text{раб}} \cdot 0,11 = 30 \cdot 0,11 = 3,3 \approx 4 \text{ чел.} \quad (34)$$

«Численность служащих для промышленного здания:»[13]

$$N_{\text{служ}} = N_{\text{раб}} \cdot 0,036 = 30 \cdot 0,036 = 1,08 \approx 2 \text{ чел.} \quad (35)$$

«Количество работающих малого обслуживающего персонала определяется по формуле:»[13]

$$N_{\text{моп}} = N_{\text{раб}} \cdot 0,015 = 30 \cdot 0,015 = 0,45 \approx 1 \text{ чел.} \quad (36)$$

«Таким образом общая численность работающих:»[13]

$$N_{\text{общ}} = 30 + 4 + 2 + 1 = 37 \text{ чел.}$$

«Расчетное количество работающих на стройплощадке:

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot N_{\text{общ}} \quad [13]. \quad (37)$$

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot 37 = 38,85 \approx 39 \text{ чел.}$$

Ведомость временных зданий приведена в таблице В.5 приложения В.

4.7.2 Расчет площадей складов

«Склады устраиваются на строительной площадке для временного хранения материалов, изделий и конструкций.

Площадь складов зависит от вида, способа хранения изделий и конструкций и их количества. Площадь склада состоит из полезной площади, занятой непосредственно материалами и конструкциями, проходов и проездов между рядами, штабелями и т.д.

Склады делятся на открытые, закрытые и под навесом.» [13].

«Запас материала на складе определяется по формуле:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (38)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общее количество материала данного вида (изделия, конструкции), необходимой для строительства;

T – продолжительность работ, выполняющихся с использованием этих материальных ресурсов, дни (из календарного графика);

n – норма запаса материала данного вида (в днях) на площадке;
 k_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад;
 k_2 – коэффициент неравномерности потребления материала в течение расчетного периода» [13].

«Затем необходимо рассчитать полезную площадь для складирования данного типа материала:

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \quad (39)$$

где q – норма складирования.»[13]

«Определяют общую площадь склада с учетом проходов и проездов:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} \cdot K_{\text{исп}}, \quad (40)$$

где $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования площади склада (коэффициент на проходы и проезды)» [13].

«Потребная площадь складирования материалов в запас»[13] рассчитана в таблице В.6 приложения В.

4.7.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения

«Временное водоснабжение на строительстве предназначено для обеспечения производственными, хозяйственно-бытовыми и противопожарными нуждами» [13].

«Для процесса с наибольшим водопотреблением необходимо рассчитать максимальный расход воды на производственные нужды:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{ну}} \cdot q_{\text{н}} \cdot n_{\text{н}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t_{\text{см}}}, \quad (41)$$

где $K_{\text{ну}}$ – неучтенный расход воды;

q_n – удельный расход воды по каждому процессу на единицу объема работ;

n_n – объем работ (в сутки) по наиболее нагруженному процессу, требующему воды, определяемый по формуле:

$$n_n = \frac{V}{t_{\text{дн}} \cdot n_{\text{см}}}; \quad (42)$$

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$t_{\text{см}}$ – число часов в смену» [13].

Наибольшее количество воды применяется при устройстве монолитного фундамента. Таким образом, «максимальный расход на производственные нужды» [13] определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \cdot 250 \cdot 19,57 \cdot 1,3}{3600 \cdot 8} = 0,27 \text{ л/сек,}$$
$$n_n = \frac{247}{7 \cdot 2} = 19,57 \text{ м}^3.$$

Затем необходимо определить «расход воды на хозяйственно-бытовые нужды в наиболее нагруженную смену:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_y \cdot n_p \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t_{\text{см}}} + \frac{q_d \cdot n_d}{60 \cdot t_d}, \quad (43)$$

где q_y – удельный расход на хозяйственно-бытовые нужды;

q_d – удельный расход воды в душе на 1 работающего;

n_p – максимальное число работающих в смену;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

t_d – продолжительность пользования душем;

n_d – число людей, пользующихся душем в наиболее нагруженную смену» [13].

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{20 \cdot 39 \cdot 2}{3600 \cdot 8} + \frac{30 \cdot 24}{60 \cdot 45} = 0,32 \text{ л/сек.}$$

Расход воды на пожаротушение на стройплощадке составляет $Q_{\text{пож}} = 20$ л/сек «(для зданий с конструкцией покрытия из профилированного настила).»[13]

«Определяется требуемый максимальный (суммарный) расход воды на строительной площадке в сутки наибольшего водопотребления»[13]

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}. \quad (44)$$

$$Q_{\text{общ}} = 0,27 + 0,32 + 20 = 20,59 \text{ л/сек.}$$

«По требуемому расходу воды рассчитывается диаметр труб временной водопроводной сети:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Q_{\text{общ}}}{\pi \cdot v}}, \quad (45)$$

где $\pi = 3,14$;

v – скорость движения воды по трубам» [13].

«Диаметр труб:»[13]

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 20,59}{3,14 \cdot 2,0}} = 114,52 \text{ мм.}$$

«Ближайший условный диаметр водопроводной трубы 125 мм.

Диаметр труб временной канализации определяется по формуле:»[13]

$$D_{\text{кан}} = 1,4D = 1,4 \cdot 125 = 175 \text{ мм.} \quad (46)$$

4.7.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

«Проектирование и организацию электроснабжения строительной площадки начинают с определения ее расчетной нагрузки, то есть величины, необходимой для электрической мощности трансформаторной подстанции» [15].

«Требуемую мощность определяют в период пика потребления электроэнергии. Ее рассчитывают при помощи метода расчета по установленной мощности электроприемников и коэффициенту спроса» [13]:

$$P_p = \alpha \left(\sum \frac{k_{1c} \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{k_{2c} \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum k_{3c} \cdot P_{OB} + \sum k_{4c} \cdot P_{OH} \right), \quad (47)$$

«где α – коэффициент, учитывающий потери в электросети в зависимости от протяженности, сечения проводов и т.п.;

$k_{1c}, k_{2c}, k_{3c}, k_{4c}$ – коэффициенты одновременного спроса, зависящие от числа потребителей, учитывающие неполную загрузку электропотребителей, неоднородность их работы;

P_c, P_T, P_{OB}, P_{OH} – установленная мощность силовых токоприемников, технологических потребителей, осветительных приборов внутреннего и наружного освещения» [13]. Ведомость установленной мощности силовых потребителей представлена в таблице В.7 приложения В.

«Для каждого потребителя отдельно определяем коэффициент спроса и мощности:» [13]

- для растворонасоса: $K_c = 0,7$, $\cos \varphi = 0,8$, мощность – 2,2 кВт;
- для трамбовки пневматической: $K_c = 0,1$, $\cos \varphi = 0,4$, мощность – 4 кВт;
- для поверхностного вибратора: $K_c = 0,1$, $\cos \varphi = 0,4$, мощность – 0,7 кВт;
- для сварочного аппарата: $K_c = 0,35$, $\cos \varphi = 0,4$, мощность – 162 кВт.

Определяем мощность силовых потребителей:

$$P_c = \frac{0,7 \cdot 2,2}{0,8} + \frac{0,1 \cdot 4}{0,4} + \frac{0,1 \cdot 0,7}{0,4} + \frac{0,35 \cdot 7,8}{0,4} = 9,93 \text{ кВт.}$$

Таким образом, мощность силовых потребителей с учетом коэффициентов K_c и $\cos \varphi$ уменьшилась с 22,7 кВт до 9,93 кВт. Потребная мощность наружного освещения сведена в таблицу В.8 приложения В. «Потребная мощность внутреннего освещения» [13] приведена в таблице В.9 приложения В.

«Мощность электроприемников:» [13]

$$P_p = \alpha \left(\sum \frac{k_{1c} P_c}{\cos \varphi} + \sum k_{3c} P_{ов} + \sum k_{4c} P_{он} \right) = 1,05(9,93 + 0,8 \cdot 1,93 + 1,0 \cdot 16,28) = 29,14 \text{ кВт.} \quad (48)$$

«Необходимо произвести перерасчет мощности из кВт в кВ·А:» [13]

$$P_p = P_y \cdot \cos \varphi = 29,14 \cdot 0,8 = 23,3 \text{ кВ} \cdot \text{А.} \quad (49)$$

«Суммарная мощность всех потребителей электроэнергии превышает 20 кВ·А, следовательно, подбираем одну временную трансформаторную подстанцию СКГП-100-6/10/0,4 мощностью 50 кВ·А.» [13]

«Расчет количества прожекторов для освещения строительной площадки производится по формуле:

$$N = \frac{p_{уд} \cdot E \cdot S}{P_{л}}, \quad (50)$$

где $p_{уд}$ – удельная мощность, Вт/м²;

S – величина площадки, подлежащей освещению, м²;

E – освещенность, лк;

$P_{л}$ – мощность лампы прожектора, Вт» [13].

«Таким образом, необходимое количество прожекторов:» [13]

$$N = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 37411}{1000} = 14,96 \approx 15 \text{ шт.}$$

Принимаем 15 ламп прожекторов ПЗС-45 для освещения стройплощадки.

4.8 Проектирование строительного генерального плана

Разработка строительного генерального плана ведется на надземную часть возводимого здания и входит в состав производства работ.

Стройгенплан содержит расположение границ строительной площадки и ограждение, временных дорог и временных зданий, складов и навесов, существующих и временных линий водопровода, канализации и электроснабжения, путей движения и привязки монтажных кранов, их стоянки и зоны действия, средств освещения строительной площадки, а также основных знаков безопасности, противопожарного инвентаря и информационных табличек.

На строительной площадке организовано двустороннее движение по тупиковой схеме с местами для разворота с двух сторон от возводимого здания. Ширина временных дорог 8 метров, ширина тротуаров для передвижения рабочих 1,5 метра.

Для бытовых нужд и отдыха рабочих предусмотрены временные здания, включающие в себя душевую, туалет, сушильную, гардеробные, а также прорабские и диспетчерские.

Все временные здания на стройплощадке подключены к низковольтной временной электрической сети, а душевая и туалет также имеют подключение к временному водопроводу и канализации.

Трансформаторная подстанция располагается в центре электрической нагрузки и преобразует поступающий с городской сети электроснабжения ток по высоковольтным линиям в ток по низковольтным линиям, применяемый на стройплощадке. Электроснабжение на площадке организовано по тупиковой схеме.

На строительной площадке предусмотрено три пожарных гидранта, расположенные один у временных зданий и два около складов с разных сторон от возводимого здания.

«Зона работы крана является опасной. Во избежание несчастных случаев, необходимо четко разграничить эту зону флажками. Для этого необходимо провести расчет опасной зоны крана по формуле:

$$R_{оп} = R_{max} + 0,5l_{max} + l_{без}, \quad (51)$$

где $l_{без}$ – дополнительное расстояние для безопасной работы крана, м;

R_{max} – максимальный рабочий вылет крюка, м;

l_{max} – длина самого длинномерного груза, перемещаемого краном, м»

[13].

$$R_{оп} = 28 + 0,5 \cdot 6 + 1,3 = 32,3 \text{ м.}$$

«Чертеж объектного строительного генерального плана»[13], а также все необходимые таблицы и указания приведены на листе 8.

4.9 Технико-экономические показатели

Общая площадь строительной площадки – 37411,2 м².

Общая площадь застройки – 3495,69 м².

Площадь временных зданий – 179 м².

Площадь складов – 367,77 м².

Протяженность:

- временных дорог – 430,34 м;
- водопровода – 496,46 м;
- канализации – 80,76 м;
- низковольтной линии – 660,81 м.

Объем здания — 65019,83 м³;

Фактическая продолжительность строительства — 278 дн;

Общая трудоемкость — 4813,81 чел-дн;

Общая трудоемкость работы машин — 632,23 маш-см;

Усредненная трудоемкость работ — 0,07 чел-дн/м³;

Максимальное количество рабочих — 30 чел;

Среднее количество рабочих — 18 чел;

Минимальное количество рабочих — 8 чел;

Степень достигнутой поточности по числу рабочих — 0,6;

Степень достигнутой поточности по времени — 0,26.

Выводы по разделу 4

В разделе Организация строительства были выполнены: подсчет объемов работ, подсчет затрат труда и машинного времени, определена потребность в материалах, изделиях и конструкциях, а также в машинах и механизмах, рассчитаны потребности в водо- и электроснабжении. В ходе работ были разработаны календарный план производства работ и объектный строительный генеральный план.

5 Экономика строительства

5.1 Пояснительная записка

Проектируемым объектом является цех по производству заготовок для сборки резервуаров.

Здание однопролетное, 36м.

Фундаменты колонн и фахверков здания – монолитные столбчатые железобетонные из бетона В20.

Сметные расчеты велись на основании сметно-нормативной базы (СНБ-2001) согласно «Методике определения стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации продукции на территории Российской Федерации, утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр.»[14]

«При составлении сметных расчетов были использованы укрупненные сметные нормативы цены строительства, которые действительны с 1 января 2022г.» [22]

При составлении Сводного сметного расчета приняты начисления:

- затраты на строительство временных здания и сооружений согласно ГСН 81-05-01-2001 «Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений п. 1.2 – 1,8%»;
- резерв средств на непредвиденные расходы и затраты согласно «Методике определения стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников

истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации п.179 – 3 %»[14].

– налог на добавленную стоимость – НДС 20%.

Сводный сметный расчет стоимости строительства составлен в ценах по состоянию на 2022. и представлен в таблице Г.1 приложения Г. Объектный сметный расчет на общестроительные работы представлен в таблице Г.2 приложения Г. Объектный сметный расчет на внутренние инженерные системы и оборудование представлен в таблице Г.3 приложения Г. Объектный сметный расчет на благоустройство и озеленение представлен в таблице Г.4 приложения Г. Локальный сметный расчет на строительство подземной части здания приведен в таблице Г.5 приложения Г.

Локальная смета на выполнение работ по технологической карте (монтаж металлических ферм) приведена в таблице Г.6 приложения Г.

5.2 Расчет стоимости проектных работ

Стоимость проектных работ определяется в процентах к расчетной стоимости строительства в фактических ценах, в прямой зависимости от расчетной стоимости строительства и категории сложности объекта («Справочник базовых цен на проектные работы для строительства»).

Расчетная стоимость 1м^3 – 3015 руб;

Строительный объем цеха по производству рулонных заготовок — 65019,83 м³;

Стоимость строительства = 196034,79 тыс. руб.;

Категория сложности проектируемого объекта – 4;

Норматив (α) стоимости основных проектных работ в % к расчетной стоимости строительства по категориям сложности объекта — 4,75 %;

Стоимость проектных работ $C_{\text{пр}} = 9311,65$ тыс. руб.;

5.3. Технико-экономические показатели проектируемого объекта строительства

Сметная стоимость строительства объекта составляет 268318,52 тыс. руб.;

Сметная стоимость строительных работ - 241270,2 тыс. руб.;

Сметная стоимость монтажных работ — 15539,12 тыс. руб.;

Базовая стоимость работ по проектированию объекта строительства цеха по производству заготовок для сборки резервуаров - 9311,65 тыс. руб.;

Сметная стоимость строительства 1м³ цеха по производству заготовок для сборки резервуаров составляет –4127 рублей, в т.ч. НДС;

Общая площадь здания — 3495,69 м²;

Строительный объем — 65019,83 м³.

Структура стоимости СМР приведена в таблице 11. Диаграмма структуры стоимости СМР представлена на рисунке 8.

Таблица 11 — Структура стоимости СМР

«Наименование работ	Монтаж ферм»[21]	
	Руб.	%
Заработная плата	220234,6	2,45
Стоимость материалов	7779569,4	86,37
Стоимость эксплуатации машин	562019,5	6,24
Накладные расходы	276163,6	3,07
Сметная прибыль	169342,3	1,88
Сумма	9007329,4	100



Рисунок 8 — Диаграмма структуры стоимости СМР

Выводы по разделу 5

В разделе определена общая стоимость строительства по сводному сметному расчету и рассчитаны объектные сметы на общестроительные работы, внутренние инженерные системы и оборудование, так же составлена объектная смета на благоустройство и озеленение, рассчитаны локальные сметы на работы нулевого цикла и монтажные работы.

Сметная стоимость строительства цеха по производству заготовок для сборки резервуаров — 268318,52 тыс.руб.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика объекта «Цех по производству заготовок для сборки резервуаров»

В данной работе рассматривается технический объект — цех по производству рулонных заготовок, находящийся в городе Оренбурге.

Технологический паспорт объекта представлен в таблице 12.

Таблица 12 — Технологический паспорт

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, технологическое устройство, приспособление	Материалы, вещества»[3]
Монтаж ферм из парных уголков	Укрупнительная сборка ферм на специализированном стенде	Монтажники бр – 1 чел, 4р – 3 чел, 3р – 1 чел. Машинист крана бр – 1 чел	Кран КС-65719-1К, траверса, оттяжки из пенькового каната, распорки	Отправочная марка фермы
	Монтаж ферм	Монтажники бр – 1 чел, 4р – 3 чел, 3р – 1 чел. Машинист крана бр – 1 чел	Кран КС-65719-1К, траверса, оттяжки из пенькового каната, распорки	Металлическая ферма из парных уголков
	Закрепление фермы	Монтажник бр. - 2 чел.	Болты, гайки, шайбы, пневматический ключ	Металлическая ферма из парных уголков

6.2 Выявление профессиональных рисков

По результатам анализа технологического процесса согласно [4] были выявлены профессиональные риски, сведенные в таблицу 13.

Таблица 13 — Выявление профессиональных рисков на производстве

Производственная операция	Опасный (вредный) технологический фактор	Источник повышенной опасности на производстве
Монтаж ферм из парных уголков	Расположение рабочего места на высоте, вероятность падения монтируемого груза, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, подвижные части строительного оборудования	Лестница с опорной площадкой, самоходный кран, пыль, выхлопные отработанные газы, искры

6.3 Способы и средства уменьшения профессиональных рисков

«Необходимо подобрать и обосновать эффективность и достаточность используемых в проекте выпускной квалификационной работы (дополнительных или альтернативных) организационно-технических методов и технических средств (способов, технических устройств) защиты, частичного снижения или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.»[3]

На основе данных из таблицы 13 произведен подбор СИЗ (средств индивидуальной защиты). Перечень СИЗ согласно [6] приведен в таблице 14.

Таблица 14 — Методы уменьшения воздействия вредных технологических факторов

«Опасный (вредный) технологический процесс	Методы защиты, устранения опасного (вредного) технологического процесса	Средства индивидуальной защиты»[3]
Расположение рабочего места на высоте	Использование защитных ограждений, предупреждающих знаков, страховочной системы	Страховочная система, строительная каска
Вероятность падения груза	Использование средств индивидуальной защиты	Строительная каска
Повышенная запыленность и загазованность воздуха		Очки защитные
Подвижные части оборудования		Костюм сигнальный антистатический, обувь с жестким носком или металлической вставкой

6.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта проектирования

«Для объектов защиты, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, разрабатываются специальные технические условия, отражающие специфику обеспечения указанных объектов пожарной безопасности и содержащие комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности, подлежащие согласованию с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности.»[21]

6.4.1 Выявление опасных факторов при пожаре

«В процессе разработки организационно-технических мероприятий, включающих обеспечение пожарной безопасности заданного технического объекта, следует учитывать, что возникающие пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на классы.»[5] Опасные факторы и класс пожарной опасности приведены в таблице 15.

Таблица 15 — Выявление категории и опасных проявлений пожара

Наименование объекта (производственной площадки)	Оборудование, машины, механизмы	Категория пожара	Основные проявления пожара	Второстепенные проявления пожара
Цех по производству заготовок для сборки резервуаров	Самоходный кран	«Класс В	Искры и пламя, понижение концентрации кислорода, тепловой поток, снижение видимости в дыму.	Осколки, части разрушенных зданий, сооружений, работающих производственных установок»[3]

6.4.2 Разработка средств и методов для обеспечения пожарной безопасности

«Разработка и реализация мер пожарной безопасности для организаций, зданий, сооружений и других объектов, в том числе при их проектировании, должны в обязательном порядке предусматривать решения, обеспечивающие эвакуацию людей при пожарах. Для производств в обязательном порядке разрабатываются планы тушения пожаров, предусматривающие решения по обеспечению безопасности людей. Меры пожарной безопасности для населенных пунктов и территорий административных образований разрабатываются и реализуются соответствующими органами государственной власти, органами местного самоуправления. В случае, если при строительстве или реконструкции объектов капитального строительства предусмотрено осуществление государственного строительного надзора, федеральный государственный пожарный надзор осуществляется в рамках государственного строительного надзора уполномоченными на осуществление государственного строительного надзора федеральным органом исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности.»[5]

Средства и оборудование для обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Противопожарные средства и оборудование

Первоочередные средства для тушения пожара	Технические средства тушения	Противопожарная автоматика	Противопожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты при возникновении пожара	Пожарный инструмент	Пожар. Сигнал. связь и оповещ.
1	2	3	4	5	6	7
«Песок, вода, земля, ведра, огнетушитель ОХП-10 – 4 шт.	Пожарные гидранты	Не предусмотрены	Пожарные гидранты, щиты	Аппарат защиты органов дыхания пути эвакуации	Топор, лом, багор, крюк, лопата, устройство для резки воздушных линий электропередачи	01, с мобильного телефона 112»[3]

6.4.3 Мероприятия по предотвращению пожара

Мероприятия, направленные на предотвращение пожара представлены в таблице 17.

Таблица 17 — Меры по снижению уровня пожарной опасности

Наименование производственного этапа, задействованного оборудования в технологическом процессе	Наименование работ, выполняемых в рамках производственного этапа	Нормативно-правовые акты, содержащие требования пожарной безопасности
Монтаж ферм цеха по производству заготовок для сборки резервуаров	Монтажные работы; работы по электросварке	Требование соблюдать правила пожарной безопасности, которые предусмотрены Постановлением Правительства Российской Федерации N390 от 25.04.2012г.

6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Проанализировав негативные экологические факторы реализуемого процесса, были разработаны мероприятия по снижению их воздействия на окружающую среду. Данные приведены в таблице 18 и 19.

Таблица 18 – Выявление отрицательных экологических факторов

Наименование технологического процесса	Структурные элементы объекта проектирования, производственного процесса (здания, сооружения, технических операций, технологической оснастки), энергоустановки, автотранспорта и т.д.	Отрицательное эко-воздействие объекта проектирования на атмосферу	Отрицательное эко-воздействие объекта проектирования на гидросферу	Отрицательное экологическое влияние тех.объекта на почву, недра, растительный слой, нарушение и загрязнение растительного слоя, снятие плодородного слоя и т.д.)
Монтаж ферм цеха по производству заготовок для резервуаров	Работа автомобильного транспорта и эл.инструмента	Загрязнение воздушных масс газами	Мойка автоколес	Появление строительного мусора

Таблица 19 – Меры по снижению отрицательного антропогенного влияния на окружающую среду

«Наименование технического объекта	Цех по производству заготовок для сборки резервуаров
Меры по снижению отрицательного антропогенного влияния на атмосферу	Выполнять контроль и регулирование стройтехники на выбросы выхлопных газов. Улучшить состав выхлопных газов при помощи определенных присадок к топливу.
Меры по снижению отрицательного антропогенного влияния на гидросферу	Ограничение стока вод со строительной площадки в ливневую канализацию. Экономия ресурсов.»[3]

Продолжение таблицы 19

«Наименование технического объекта	Цех по производству заготовок для сборки резервуаров
Меры по снижению отрицательного антропогенного влияния на литосферу	Строительный мусор складировать в мусорные баки и контейнеры; отходы увозит мусоровоз»[3]

Выводы к разделу 6

Проведено выявление профессиональных рисков и были подобраны методы устранения их на производстве. Разработаны мероприятия по предотвращению пожара, а так же мероприятия, направленные на снижение воздействия отрицательных факторов производства на окружающую среду.

Заключение

В процессе написания выпускной квалификационной работы были подробно рассмотрены все вопросы, поставленные в задании на выполнение выпускной работы.

В архитектурно-планировочном разделе приведена схема планировочной организации исходного земельного участка, приведены конструктивное и объемно-планировочное решения здания.

В расчетно-конструктивном разделе произведен расчет и спроектирована металлическая ферма, в конструкции которой использованы стержни из парных уголков.

В разделе «технология строительства» составлена технологическая карта на монтаж стальных ферм.

В разделе «организация строительства» составлен строительный генплан на возведение здания, а также календарный план строительных работ.

В разделе экономика строительства сформирована сметная стоимость строительства.

В разделе обеспечения безопасности и экологичности строительства объекта разработаны мероприятия по обеспечению экологической, а так же пожарной безопасности объекта проектирования. Проведена сравнительная идентификация профессиональных рисков, при рассмотрении технологического процесса монтажа конструкций покрытия.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были выполнены задачи и достигнуты намеченные цели. Достаточно четко закреплены полученные в процессе обучения знания в области проектирования и технологии процессов строительства, как теоретические, так и практические.

Список используемой литературы

1. Ананьин М. Ю. Основы архитектуры и строительных конструкций. Термины и определения [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Ю. Ананьин ; под ред. И. Н. Мальцева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС Лань, 2016. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99092> - Электронно-библиотечная система "Лань" (дата обращения: 19.01.2022).
2. Бернгардт К.В. Краны для строительно-монтажных работ[Электронный ресурс] : учеб. пособие / К.В. Бернгардт, А.В. Воробьев, О.В. Машкин ; М-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург : Изд-во Урал. Ун-та, 2021 — 195, [1] с. — Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/103646> (дата обращения 07.03.2022)
3. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»[Электронный ресурс] : Уч.- методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51 с. URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/8767/1/Gorina%20Fesina%201-67-17_EUMI_Z.pdf (дата обращения 10.05.2021)
4. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 12.0.003-74. – Изд. офиц. ; Введ. 03.01.2013 – Москва : Стандартинформ, 2016. 16 с. 7. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 19.04.2022)
5. ГОСТ 12.4.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 12.1.004- 85. – Изд. офиц. : Введ. 07.01.1992 – Москва : Стандартинформ, 2006. 68 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 19.04.2022)
6. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда.

Средства защиты работающих. Общие требования и классификации [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 12.4.011-87. – Изд. офиц. ; Введ. 07.01.1990 – Москва : Издательство стандартов, 1996. 8 с. — Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/11167/> (дата обращения 19.04.2022)

7. ГОСТ 8510-86 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные Сортамент [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 8510-72. – Изд. офиц. ; введ. 01.07.1987. – Москва : Стандартиформ, 2012. 5 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001023> (дата обращения 01.02.2022)

8. ГОСТ ГОСТ 8509-93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные Сортамент [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 8509-86. – Изд. офиц. ; введ. 01.01.1997. – Москва : Стандартиформ, 2012. 16 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001025> (дата обращения 01.02.2022)

9. ГЭСН 81-02-...-2020. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник № 1, 6, 8-12, 15, 26, 27, 31, 47.[Электронный ресурс]. – М.: Госстрой, 2020 — Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/list2/64384-0.htm> (дата обращения 09.03.2022)

10. Дьячкова О. Н. Технология строительного производства [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. Н. Дьячкова. - Санкт-Петербург : СПбГАСУ: ЭБС АСВ, 2014. - 117 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30015.html>. (дата обращения: 23.02.2022)

11. Кудишин, Ю. И. Металлические конструкции[Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / Ю. И. Кудишин, Е. И. Беленя, В. С. Игнатьева ; под ред. Ю. И. Кудишина. – 9-е изд., стер. – М. : Академия, 2007. – 688 с. – Режим доступа: http://isi.sfu-kras.ru/sites/is.institute.sfu-kras.ru/files/Literatura_chast_1.pdf (дата обращения 01.02.2022)

12. Кузин Н.Я. Проектирование и расчет стальных ферм покрытий промышленных зданий [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Пенза: ПГАСА, 1998. - 184с. — Режим доступа :

<https://znanium.com/catalog/product/345226> (дата обращения: 25.02.2022)

13. Маслова Н. В. Организация и планирование строительства [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Н.В. Маслова. — Тольятти: изд-во ТГУ, 2012. — 104 с. — Режим доступа: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/361> (дата обращения 09.03.2022)

14. Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565649004> (дата обращения 09.04.2022)

15. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые конструкции по охране труда*. [Электронный ресурс]. – введ. 01.07.2003. – Москва : Госстрой России, 2013. – 151 с. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294845/4294845340.htm> (дата обращения 12.03.2022)

16. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. [Электронный ресурс]. – введ. 04.06.2017. – Москва : Минстрой России, 2016. 80 с. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456044318> (дата обращения 12.02.2022)

17. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. [Электронный ресурс]. – введ.. 25.06.2020. Москва : Минрегион России, 2020. 25 с. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/564542209> (дата обращения 12.03.2022)

18. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23–81* [Электронный ресурс] / Минстрой России.— М. : ФГУП «Стандартинформ», 2017. — 140 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456069588> (дата обращения: 01.02.2022)

19. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [Электронный ресурс]. Введ.

28.11.2018. М. : Минрегион России. 2018. 121с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/554402860> (дата обращения: 11.01.2022)

20. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий [Электронный ресурс]. – введ. 01.07.2013 – Москва : Минрегион России, 2012. 96 с. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения: 11.01.2022)

21. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 №123 (ред. от 29.07.2017). URL: <http://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 20.04.2019)

22. Ценообразование в строительстве [Электронный ресурс] : сб. нормат. актов и документов / [сост. Ю.В. Хлистун]. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. – 511 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30278> (дата обращения: 16.04.2021).

Продолжение приложения А

$$k_f^{\Pi} = 8\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{\max} = t_L - 2 = 10 - 2 = 8\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\text{ОБ}})^I = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_{P1}}{2\beta_f k_f^{\text{ОБ}} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 280}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 18} + 1 = 8,3\text{см} \\ (l_w^{\text{ОБ}})^{II} = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_{P1}}{2\beta_z k_f^{\text{ОБ}} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 280}{2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16,65} + 1 = 6,8\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\text{ОБ}} = 8\text{см}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P1}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,32 \cdot 280}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 5,4\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P1}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,32 \cdot 280}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 6,4\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\Pi} = 6\text{см}$$

Швы раскоса P2:

$$k_f^{\text{ОБ}} = 6\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\text{ОБ}})_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\text{ОБ}})_{\max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 5 = 6\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 5\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{\max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\text{ОБ}})^I = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_{P2}}{2\beta_f k_f^{\text{ОБ}} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 217}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 11\text{см} \\ (l_w^{\text{ОБ}})^{II} = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_{P2}}{2\beta_z k_f^{\text{ОБ}} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 217}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 8,6\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\text{ОБ}} = 11\text{см}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P2}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 217}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 5,2\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P2}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 217}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 3,9\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5\text{см}$$

Продолжение приложения А

Швы пояса В1, В2:

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f^{OB})^I &= \frac{\alpha_{OB} N_{B2}}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 215}{2 \cdot 0,7 \cdot (49 - 1) \cdot 18} = 0,1\text{см} \\ (k_f^{OB})^{II} &= \frac{\alpha_{OB} N_{B2}}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 215}{2 \cdot 1 \cdot (49 - 1) \cdot 16,65} = 0,1\text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^{OB}$$

= 5см

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f^{\Pi})^I &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{B2}}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,32 \cdot 215}{2 \cdot 0,7 \cdot (49 - 1) \cdot 18} = 0,1\text{см} \\ (k_f^{\Pi})^{II} &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{B2}}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 215}{2 \cdot 1 \cdot (49 - 1) \cdot 16,65} = 0,04\text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^{\Pi}$$

= 5см

На рисунке А.3 изображен узел 2:

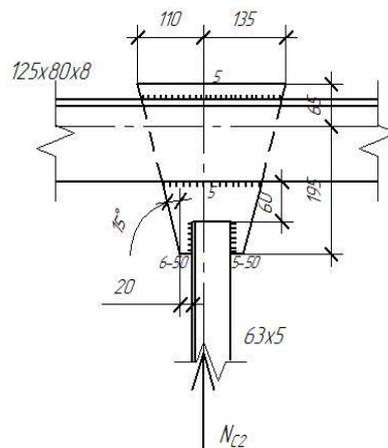


Рисунок А.3 — Узел 2

Швы стойки С1:

$$k_f^{OB} = 6\text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{OB})_{min} &= 5\text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} &= 1,2t_L = 1,2 \cdot 5 = 6\text{мм} \end{aligned} \right.$$

Продолжение приложения А

$$k_f^{\Pi} = 5\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{\max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\text{ОБ}})^I = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_{C1}}{2\beta_f k_f^{\text{ОБ}} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 36}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 2,7\text{см} \\ (l_w^{\text{ОБ}})^{II} = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_{C1}}{2\beta_z k_f^{\text{ОБ}} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 36}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 2,3\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\text{ОБ}} = 5\text{см}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{C1}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 36}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 1,9\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{C1}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 36}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 1,6\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5\text{см}$$

На рисунке А.4 изображен узел 3:

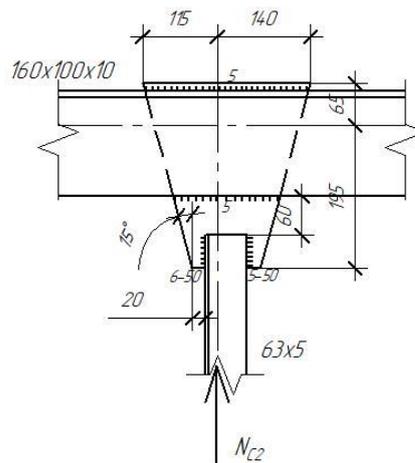


Рисунок А.4 — Узел 3

Швы стойки С2:

$$k_f^{\text{ОБ}} = 6\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\text{ОБ}})_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\text{ОБ}})_{\max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 5 = 6\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 5\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{\max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3\text{мм} \end{cases}$$

Продолжение приложения А

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{OB})^I &= \frac{\alpha_{OB} N_{C2}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 36}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 2,7 \text{ см} \\ (l_w^{OB})^{II} &= \frac{\alpha_{OB} N_{C2}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 36}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 2,3 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{OB} = 5 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\Pi})^I &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{C2}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 36}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 1,9 \text{ см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{C2}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 36}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 1,6 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5 \text{ см}$$

На рисунке А.5 изображен узел 4:

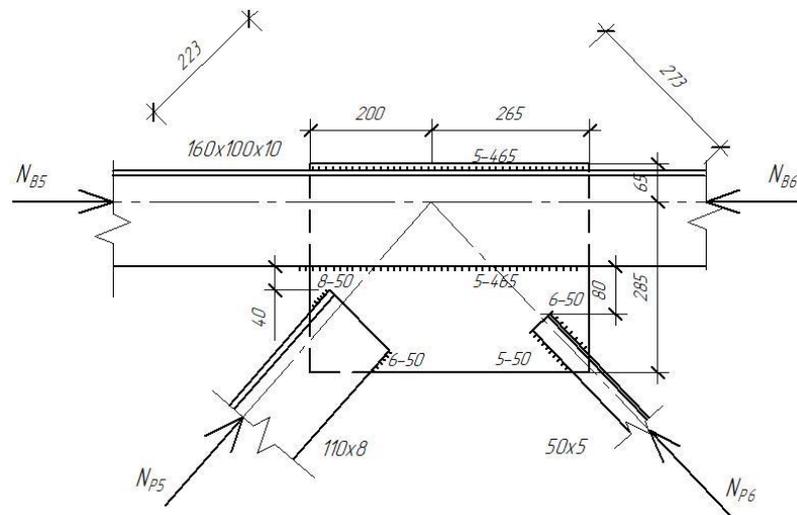


Рисунок А.5 — Узел 4

Швы раскоса P5:

$$k_f^{OB} = 8 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{OB})_{min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^{OB})_{max} &= 1,2 t_{\phi} = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^{\Pi} = 6 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{\Pi})_{min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} &= t_L - 2 = 8 - 2 = 6 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

Продолжение приложения А

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{P5}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 76}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 3,6\text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{P5}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 76}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 3\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{OB} = 5\text{см}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P5}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 76}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 2,5\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P5}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 76}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 2,1\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5\text{см}$$

Швы раскоса P6:

$$k_f^{OB} = 6\text{мм} \left\{ \begin{array}{l} (k_f^{OB})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 5 = 6\text{мм} \end{array} \right.$$

$$k_f^{\Pi} = 5\text{мм} \left\{ \begin{array}{l} (k_f^{\Pi})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3\text{мм} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{P6}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 24}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 2,1\text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{P6}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 24}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 1,8\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{OB} = 5\text{см}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P6}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 24}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 1,6\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P6}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 24}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 1,4\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5\text{см}$$

Швы пояса B5, B6:

$$\left\{ \begin{array}{l} (k_f^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB}(N_{B6}-N_{B5})}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot (616-548)}{2 \cdot 0,7 \cdot (46,5-1) \cdot 18} = 0,03\text{см} \\ (k_f^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB}(N_{B6}-N_{B5})}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot (616-548)}{2 \cdot 1 \cdot (46,5-1) \cdot 16,65} = 0,02\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow k_f^{OB} = 5\text{см}$$

Продолжение приложения А

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f^{\Pi})^I &= \frac{\alpha_{\Pi}(N_{B6} - N_{B5})}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,32 \cdot (616 - 548)}{2 \cdot 0,7 \cdot (46,5 - 1) \cdot 18} = 0,04\text{см} \\ (k_f^{\Pi})^{II} &= \frac{\alpha_{\Pi}(N_{B6} - N_{B5})}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,32 \cdot (616 - 548)}{2 \cdot 1 \cdot (46,5 - 1) \cdot 16,65} = 0,02\text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^{\Pi} = 5\text{см}$$

На рисунке А.6 изображен узел 5:

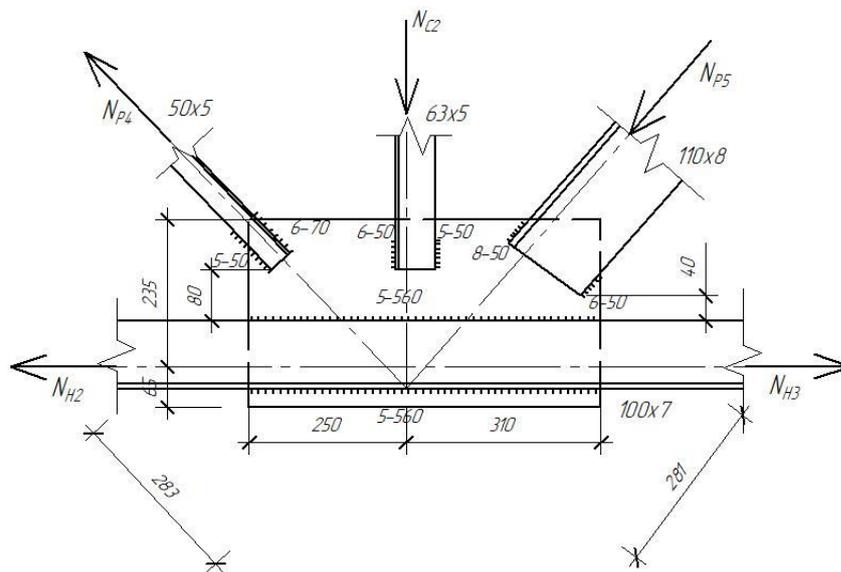


Рисунок А.6 — Узел 5

Швы стойки С2 см. в расчете узла 3.

Швы раскоса Р4:

$$k_f^{\text{ОБ}} = 6\text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{\text{ОБ}})_{\min} &= 5\text{мм} \\ (k_f^{\text{ОБ}})_{\max} &= 1,2t_L = 1,2 \cdot 5 = 6\text{мм} \end{aligned} \right.$$

Продолжение приложения А

$$k_f^{\Pi} = 5\text{мм} \left\{ \begin{array}{l} (k_f^{\Pi})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3\text{мм} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{P4}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 121}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 6,6\text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{P4}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 121}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 5,2\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{OB} = 7\text{см}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P4}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 121}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 3,9\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P4}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 121}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 3,2\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5\text{см}$$

Швы раскоса P5 см. в расчете узла 4.

Швы пояса H2, H3:

$$\left\{ \begin{array}{l} (k_f^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB}(N_{H3} - N_{H2})}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot (599 - 462)}{2 \cdot 0,7 \cdot (56 - 1) \cdot 18} = 0,1\text{см} \\ (k_f^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB}(N_{H3} - N_{H2})}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot (599 - 462)}{2 \cdot 1 \cdot (56 - 1) \cdot 16,65} = 0,1\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow k_f^{OB} = 5\text{см}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (k_f^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi}(N_{H3} - N_{H2})}{2\beta_f(l-1)R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot (599 - 462)}{2 \cdot 0,7 \cdot (56 - 1) \cdot 18} = 0,04\text{см} \\ (k_f^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi}(N_{H3} - N_{H2})}{2\beta_z(l-1)R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot (599 - 462)}{2 \cdot 1 \cdot (56 - 1) \cdot 16,65} = 0,02\text{см} \end{array} \right. \Rightarrow k_f^{\Pi} = 5\text{см}$$

Продолжение приложения А

На рисунке А.7 изображен узел 6:

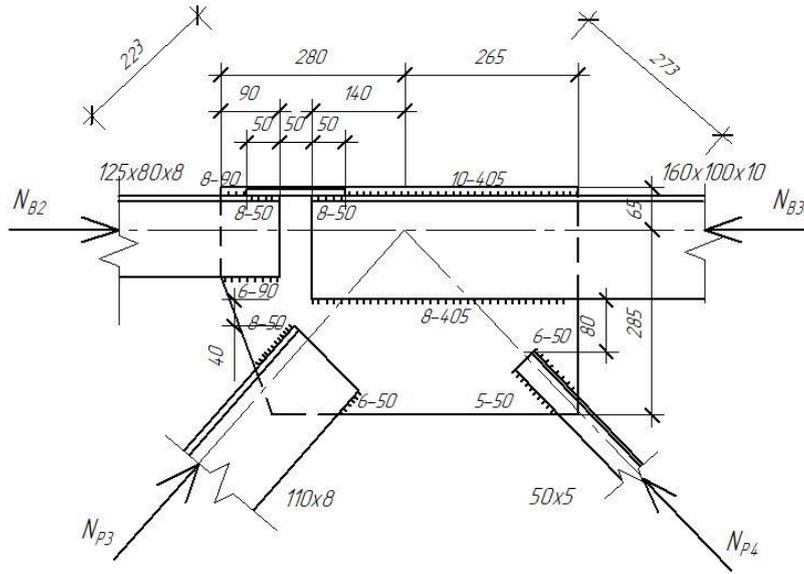


Рисунок А.7 — Узел 6

Швы раскоса P3:

$$k_f^{OB} = 8\text{мм} \begin{cases} (k_f^{OB})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2t_\phi = 1,2 \cdot 8 = 9,6\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 6\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 8 - 2 = 6\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{P3}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 178}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 7,2\text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{P3}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 178}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 5,7\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{OB} = 7\text{см}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P3}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 178}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 4,5\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{P3}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 178}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} = 3,7\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5\text{см}$$

Продолжение приложения А

Швы раскоса Р4 см. в расчете узла 5.

Швы накладки:

Принимаем толщину накладки $t_H \geq t_L, t_H = 10\text{мм}$,

Принимаем ширину накладки $b_H \geq b_L, t_H = 100\text{мм}$,

Проверка на прочность узла с изменением сечения производится по формуле (А.1):

$$\sigma_{1-1}^{\text{усл}} = \frac{1,2 \cdot N_{B3}}{2t_H b_H + 2t_\phi b_L} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{А.1})$$

$$\sigma_{1-1}^{\text{усл}} = \frac{1,2 \cdot 343}{2 \cdot 1 \cdot 13 + 2 \cdot 1,4 \cdot 8} = 8,5 \text{ кН/см}^2 \leq 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2, \quad \text{условное}$$

сечение 1-1 обеспечивает нормальную работу.

$$N_H = \sigma_{1-1}^{\text{усл}} \cdot t_H \cdot b_H = 8,5 \cdot 1 \cdot 10 = 85 \text{ кН}$$

Длина шва по накладке:

$$K_f = t_H - 2 = 10 - 2 = 8 \text{ мм}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^H)^I = \frac{N_H}{2\beta_f K_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{85}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 4,2 \text{ см} \\ (l_w^H)^{II} = \frac{N_H}{2\beta_z K_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{85}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 3,2 \text{ см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^H = 5 \text{ см}$$

Швы пояса В3:

$$N_\phi^{B3} = 241,6 \text{ кН} \left\{ \begin{array}{l} N_\phi = \frac{1,2 N_{B3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 343}{2} = 205,8 \text{ кН} \\ N_\phi = 1,2 \cdot N_{B3} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 343 - 2 \cdot 85 = 241,6 \text{ кН} \end{array} \right.$$

Продолжение приложения А

$$k_f^{OB} = 8\text{мм} \begin{cases} (k_f^{OB})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 8 = 9,6\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 6\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 8 - 2 = 6\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{\Phi}^{B3}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 241,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 9,2\text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{\Phi}^{B3}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 241,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 7,2\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{OB} = 9\text{см}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{\Phi}^{B3}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,32 \cdot 241,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 6,1\text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{\Phi}^{B3}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,32 \cdot 241,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 4,9\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\Pi} = 6\text{см}$$

Швы пояса В4:

$$N_{\Phi}^{B4} = 487,6\text{кН} \begin{cases} N_{\Phi} = \frac{1,2N_{B4}}{2} = \frac{1,2 \cdot 548}{2} = 328,8\text{кН} \\ N_{\Phi} = 1,2 \cdot N_{B4} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 548 - 2 \cdot 85 = 487,6\text{кН} \end{cases}$$

$$k_f^{OB} = 10\text{мм} \begin{cases} (k_f^{OB})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 10 = 12\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 8\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 10 - 2 = 8\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{\Phi}^{B4}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 487,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 18} + 1 = 14,1\text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{\Phi}^{B4}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 487,6}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65} + 1 = 11\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{OB} = 14\text{см}$$

Продолжение приложения А

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\Pi})^I &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{\Phi}^{B4}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 487,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 8,7 \text{ см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{\Phi}^{B4}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 487,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 6,9 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 9 \text{ см}$$

На рисунке А.8 изображен узел 7:

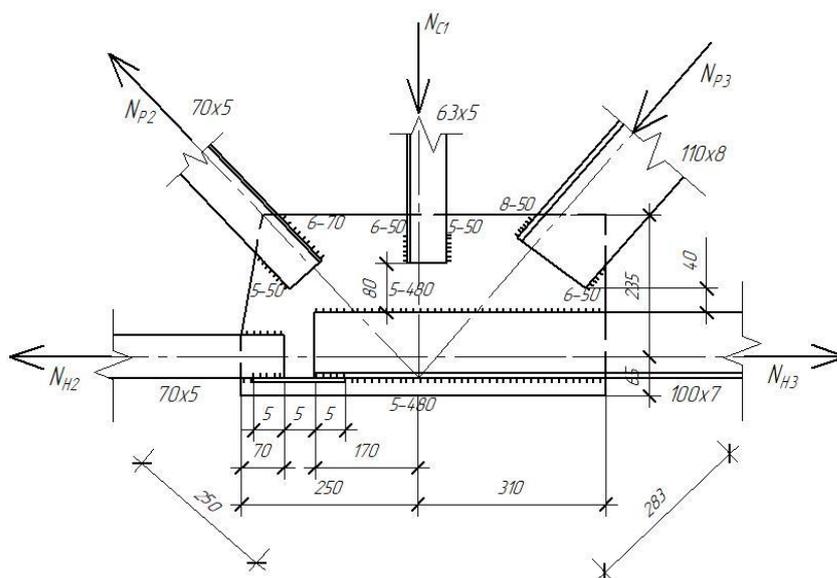


Рисунок А.8 — Узел 7

Швы раскоса Р2 см. в расчете узла 1.

Швы раскоса Р3 см. в расчете узла 6.

Швы стойки С1 см. в расчете узла 2.

Швы накладки:

Принимаем толщину накладки $t_H \geq t_L, t_H = 8 \text{ мм}$,

Продолжение приложения А

Принимаем ширину накладки $b_H \geq b_L, t_H = 100\text{мм}$,

Проверка на прочность узла с изменением сечения:

$$\sigma_{1-1}^{\text{усл}} = \frac{1,2 \cdot N_{H1}}{2t_H b_H + 2t_\phi b_L} \leq R_y \gamma_c$$

$$\sigma_{1-1}^{\text{усл}} = \frac{1,2 \cdot 188}{2 \cdot 0,8 \cdot 10 + 2 \cdot 1,4 \cdot 7} = 6,3 \text{ кН/см}^2 \leq 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2, \quad \text{условное}$$

сечение 1-1 обеспечивает нормальную работу.

$$N_H = \sigma_{1-1}^{\text{усл}} \cdot t_H \cdot b_H = 6,3 \cdot 0,8 \cdot 10 = 50,4 \text{ кН}$$

Длина шва по накладке:

$$K_f = t_H - 2 = 8 - 2 = 6 \text{ мм}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^H)^I = \frac{N_H}{2\beta_f K_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{50,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 4,3 \text{ см} \\ (l_w^H)^{II} = \frac{N_H}{2\beta_z K_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{50,4}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 3,5 \text{ см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^H = 5 \text{ см}$$

Швы пояса Н1:

$$N_\phi^{H1} = 124,8 \text{ кН} \left\{ \begin{array}{l} N_\phi = \frac{1,2 N_{H1}}{2} = \frac{1,2 \cdot 188}{2} = 112,8 \text{ кН} \\ N_\phi = 1,2 \cdot N_{H1} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 188 - 2 \cdot 50,4 = 124,8 \text{ кН} \end{array} \right.$$

$$k_f^{\text{ОБ}} = 6 \text{ мм} \left\{ \begin{array}{l} (k_f^{\text{ОБ}})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{\text{ОБ}})_{\max} = 1,2 t_L = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ мм} \end{array} \right.$$

$$k_f^{\text{П}} = 5 \text{ мм} \left\{ \begin{array}{l} (k_f^{\text{П}})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{\text{П}})_{\max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3 \text{ мм} \end{array} \right.$$

Продолжение приложения А

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_\phi^{H1}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 124,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 6,8 \text{ см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_\phi^{H1}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 124,8}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 5,4 \text{ см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{OB} = 7 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_\phi^{H1}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 124,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 4 \text{ см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_\phi^{H1}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 124,8}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 3,2 \text{ см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 5 \text{ см}$$

Швы пояса H2:

$$N_\phi^{H2} = 453,6 \text{ кН} \left\{ \begin{array}{l} N_\phi = \frac{1,2 N_{H2}}{2} = \frac{1,2 \cdot 462}{2} = 277,2 \text{ кН} \\ N_\phi = 1,2 \cdot N_{H2} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 548 - 2 \cdot 50,4 = 453,6 \text{ кН} \end{array} \right.$$

$$k_f^{OB} = 8 \text{ мм} \left\{ \begin{array}{l} (k_f^{OB})_{min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2 t_L = 1,2 \cdot 7 = 8,4 \text{ мм} \end{array} \right.$$

$$k_f^{\Pi} = 5 \text{ мм} \left\{ \begin{array}{l} (k_f^{\Pi})_{min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 7 - 2 = 5 \text{ мм} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_\phi^{H2}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 453,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 16,8 \text{ см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_\phi^{H2}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 453,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 12,9 \text{ см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{OB} = 17 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_\phi^{H2}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 453,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 11,8 \text{ см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_\phi^{H2}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 453,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 9,2 \text{ см} \end{array} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 12 \text{ см}$$

Продолжение приложения А

На рисунке А.9 изображен узел 8:

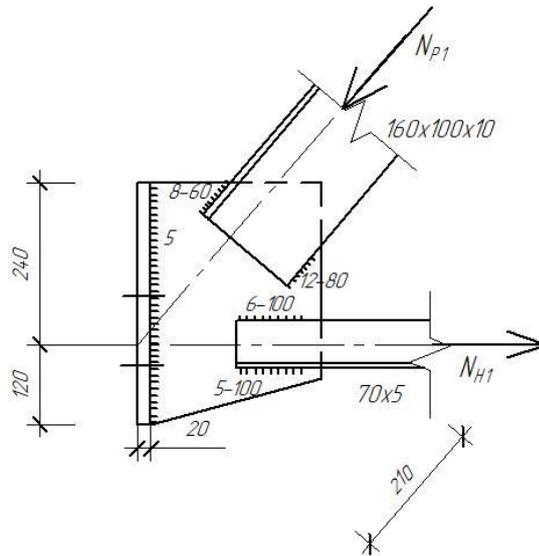


Рисунок А.9 — Узел 8

Швы раскоса P1 см. в расчете узла 1.

Швы пояса H1:

$$k_f^{OB} = 6\text{мм} \begin{cases} (k_f^{OB})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 5 = 6\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 5\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3\text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{H1}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 188}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 9,7\text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{H1}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 188}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 7,6\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{OB} = 10\text{см}$$

Продолжение приложения А

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\Pi})^I &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{H1}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 188}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18} + 1 = 5,5 \text{ см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} &= \frac{\alpha_{\Pi} N_{H1}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 188}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 4,4 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\Pi} = 6 \text{ см}$$

$$Q_{max} = \frac{q_{\Pi} + q_{сн}}{2} \cdot a \cdot L = \frac{0,745 + 1,75}{2} \cdot 6 \cdot 36 = 269,5 \text{ кН}$$

Примем толщину фланца $t_{\phi л} = 20 \text{ мм}$.

$$b_{\phi л} = \frac{Q_{max}}{t_{\phi} \cdot R_p} = \frac{269,5}{2,0 \cdot 36,1} = 3,73 \text{ см}$$

Примем ширину фланца: $b_{\phi л} \geq 180 \text{ мм}$, $b_{\phi л} = 180 \text{ мм}$.

Высота фасонки $h_{\phi} = 380 \text{ мм}$.

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f)^I &= \frac{Q_{max}}{2\beta_f (h_{\phi} - 1) R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{269,5}{2 \cdot 0,7 \cdot (38 - 1) \cdot 18} = 0,3 \text{ см} \\ (k_f)^{II} &= \frac{Q_{max}}{2\beta_z (h_{\phi} - 1) R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{269,5}{2 \cdot 1 \cdot (38 - 1) \cdot 16,65} = 0,2 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^{0Б}$$

$$= 5 \text{ см}$$

Продолжение приложения А

Швы стойки С3:

$$k_f^{OB} = 6\text{мм} \begin{cases} (k_f^{OB})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 5 = 6\text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 5\text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{min} = 5\text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 5 - 2 = 3\text{мм} \end{cases}$$

$$l_w^{OB} = 5\text{см}, l_w^{\Pi} = 5\text{см}$$

Вертикальная накладка 240x120x14 мм.

Примем толщину горизонтальной накладки $t_H \geq t_L, t_H = 10\text{мм}$

Примем ширину горизонтальной накладки $b_H \geq b_L, t_H = 100\text{мм}$

Проверка узла изменения сечения на прочность:

$$\sigma_{1-1}^{ysl} = \frac{1,2 \cdot 616}{2 \cdot 1 \cdot 10 + 2 \cdot 1,4 \cdot 10} = 15,4 \text{ кН/см}^2 \leq 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2, \text{ условное}$$

сечение 1-1 обеспечивает нормальную работу.

$$N_H = \sigma_{1-1}^{ysl} \cdot t_H \cdot b_H = 15,4 \cdot 1 \cdot 10 = 154 \text{ кН}$$

Длина шва по накладке:

$$K_f = t_H - 2 = 10 - 2 = 8\text{мм}$$

$$\begin{cases} (l_w^H)^I = \frac{N_H}{2\beta_f K_f R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{154}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18} + 1 = 11,2\text{см} \\ (l_w^H)^{II} = \frac{N_H}{2\beta_z K_f R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{154}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 8,1\text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^H = 11\text{см}$$

Продолжение приложения А

Швы пояса НЗ:

$$N_{\phi}^{H3} = 410,8 \text{кН} \begin{cases} N_{\phi} = \frac{1,2N_{H3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 599}{2} = 359,4 \text{кН} \\ N_{\phi} = 1,2 \cdot N_{H3} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 599 - 2 \cdot 154 = 410,8 \text{кН} \end{cases}$$

$$k_f^{OB} = 10 \text{мм} \begin{cases} (k_f^{OB})_{min} = 5 \text{мм} \\ (k_f^{OB})_{max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\Pi} = 8 \text{мм} \begin{cases} (k_f^{\Pi})_{min} = 5 \text{мм} \\ (k_f^{\Pi})_{max} = t_L - 2 = 10 - 2 = 8 \text{мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{OB})^I = \frac{\alpha_{OB} N_{\phi}^{H3}}{2\beta_f k_f^{OB} R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 410,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 18} + 1 = 11,4 \text{см} \\ (l_w^{OB})^{II} = \frac{\alpha_{OB} N_{\phi}^{H3}}{2\beta_z k_f^{OB} R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 410,8}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65} + 1 = 8,6 \text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{OB} = 11 \text{см}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\Pi})^I = \frac{\alpha_{\Pi} N_{\phi}^{H3}}{2\beta_f k_f^{\Pi} R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 410,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 6 \text{см} \\ (l_w^{\Pi})^{II} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{\phi}^{H3}}{2\beta_z k_f^{\Pi} R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 410,8}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 4,6 \text{см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\Pi} = 6 \text{см}$$

Катет вертикальной накладки:

$$\left\{ k_f^I = \frac{N_{H3}}{2(l_{BH} - 1)\beta_f R_{wz}} = \frac{410,8}{2(l_{BH} - 1)\beta_f R_{wz}} = (k_f)_{max} = 1,2t_L = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{мм} \right.$$

Продолжение приложения А

На рисунке А.12 изображен узел 11:

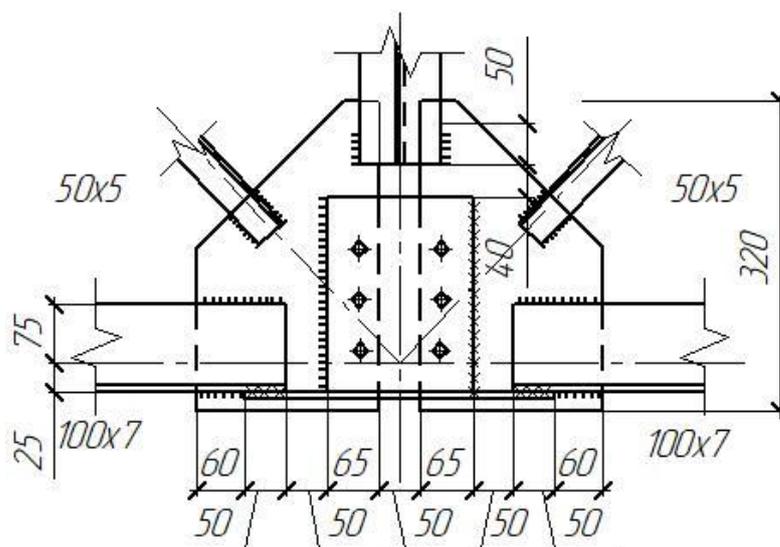


Рисунок А.12 — Узел 11

Швы стойки С3 см. в расчете узла 10.

Швы раскоса Р6 см в расчете узла 4.

Вертикальная накладка 240x120x14 мм.

Примем толщину горизонтальной накладки $t_H \geq t_L, t_H = 10$ мм

Примем ширину горизонтальной накладки $b_H \geq b_L, t_H = 100$ мм

Проверка узла изменения сечения на прочность:

$$\sigma_{1-1}^{\text{усл}} = \frac{1,2 \cdot 599}{2 \cdot 1 \cdot 10 + 2 \cdot 1,4 \cdot 10} = 14,98 \text{ кН/см}^2 \leq 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2, \text{ условное}$$

сечение 1-1 обеспечивает нормальную работу.

$$N_H = \sigma_{1-1}^{\text{усл}} \cdot t_H \cdot b_H = 14,98 \cdot 1 \cdot 10 = 149,8 \text{ кН}$$

Продолжение приложения А

Длина шва по накладке:

$$K_f = t_H - 2 = 10 - 2 = 8 \text{ мм}$$

$$\begin{cases} (l_w^H)^I = \frac{N_H}{2\beta_f K_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{149,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 8,4 \text{ см} \\ (l_w^H)^{II} = \frac{N_H}{2\beta_z K_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{149,8}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 6,6 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^H = 8 \text{ см}$$

Швы пояса НЗ:

$$N_\phi^{H3} = 419,2 \text{ кН} \begin{cases} N_\phi = \frac{1,2 N_{H3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 599}{2} = 359,4 \text{ кН} \\ N_\phi = 1,2 \cdot N_{H3} - 2 \cdot N_H = 1,2 \cdot 599 - 2 \cdot 149,8 = 419,2 \text{ кН} \end{cases}$$

$$k_f^{\text{ОБ}} = 10 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{\text{ОБ}})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{\text{ОБ}})_{\max} = 1,2 t_L = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^{\text{П}} = 8 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{\text{П}})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{\text{П}})_{\max} = t_L - 2 = 10 - 2 = 8 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\text{ОБ}})^I = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_\phi^{H3}}{2\beta_f k_f^{\text{ОБ}} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 419,2}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 18} + 1 = 12,6 \text{ см} \\ (l_w^{\text{ОБ}})^{II} = \frac{\alpha_{\text{ОБ}} N_\phi^{H3}}{2\beta_z k_f^{\text{ОБ}} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 419,2}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16,65} + 1 = 9,8 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\text{ОБ}} = 12 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^{\text{П}})^I = \frac{\alpha_{\text{П}} N_\phi^{H3}}{2\beta_f k_f^{\text{П}} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 419,2}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18} + 1 = 7,2 \text{ см} \\ (l_w^{\text{П}})^{II} = \frac{\alpha_{\text{П}} N_\phi^{H3}}{2\beta_z k_f^{\text{П}} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 419,2}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 5,7 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{\text{П}} = 7 \text{ см}$$

Продолжение приложения А

Катет вертикальной накладки:

$$\left\{ \begin{array}{l} (k_f)^I = \frac{N_{H3}}{2\beta_f(h_\phi - 1)R_{wf}} = \frac{419,2}{2 \cdot 0,7 \cdot (24 - 1) \cdot 18} = 0,7 \text{ см} \\ (k_f)^{II} = \frac{N_{H3}}{2\beta_z(h_\phi - 1)R_{wz}} = \frac{419,2}{2 \cdot 1 \cdot (24 - 1) \cdot 16,65} = 0,6 \text{ см} \end{array} \right. \Rightarrow k_f^{\text{об}} = 5 \text{ см}$$

Расчет соединительных прокладок сведен в таблицу А.1.

Таблица А.1 — Расчет количества соединительных прокладок

Стержень	Сечение	l_y , см	i_{1-1} , см	l , см	Кол-во прокладок
H1	2L 70x5	600	2,16	$80 \cdot 2,16 = 173$	3
H2	2L 100x7	600	3,08	$80 \cdot 3,08 = 246$	2
H3	2L 100x7	600	3,08	$80 \cdot 3,08 = 246$	2
B2, B3	2L 125x80x8	300	4,0	$40 \cdot 4 = 160$	2
B4, B5, B6	2L 160x100x10	300	5,13	$40 \cdot 5,13 = 205$	2
P1	2L 160x100x10	418	5,13	$40 \cdot 5,13 = 205$	2
P2	2L 70x5	435	2,16	$80 \cdot 2,16 = 173$	3
P3	2L 110x8	435	3,39	$40 \cdot 3,39 = 137$	3
P4, P6	2L 50x5	435	1,53	$80 \cdot 1,53 = 122$	4
P5	2L 110x8	435	3,39	$40 \cdot 3,39 = 137$	3
C1, C2	2L 63x5	315	1,94	$40 \cdot 1,94 = 78$	4
C3	2L 50x5	265	1,92	$40 \cdot 1,92 = 77$	3

Приложение Б

Дополнительные сведения к разделу «Технология строительства»

Таблица Б.1 — Операционный контроль качества работ

«Контролируемые операции»	Контроль качества выполняемых операций» [9]			
	Состав	Метод	Период	Привлекаемые специалисты
Подготовительные мероприятия	Верность складирования металлических конструкций. Наличие документов, необходимых сертификатов качества. Необходимая комплектность доставленных конструкций. Отсутствие дефектов. Соответствие частей стальных конструкций проектной документации.	Визуально, проверка рулеткой, теодолитом	Перед началом производства монтажных работ	Прораб
Подготовка мест сварки	Разметка опорных площадок колонн. Нанесение осей на опорные части колонн	Визуально, проверка рулеткой, теодолитом	Перед началом производства монтажных работ	Геодезист
Укрупнительная сборка полуферм на площадке	Соответствие процесса сборки технологической карте. Смещение частей фермы в узлах. Соответствие размеров готовых ферм проекту. Проверка качества швов	Визуально, проверка рулеткой, теодолитом	В процессе производства монтажных работ	Геодезист
Установка стальных ферм	Процесс строповки, надежность временного крепления. Соответствие технологии монтажа требованиям проекта производства работ.	Визуально, проверка рулеткой, теодолитом	В процессе производства монтажных работ	Геодезист

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2 — Ведомость потребности в оснастке, инструменте и инвентаре

Наименование	Марка и параметры	Кол.	Примечание
Траверса	Траверса, ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11	1	Перемещение ферм
Распорка	Инвентарная распорка, ПИ Промстальконструкция, 4234Р-44	2	Временное закрепление ферм
Отвес стальной	ГОСТ 7948 - 80	2	Определение вертикальности установки
Лестница металлическая приставная	L=15,5м	2	Ведение работ по монтажу на высоте
Щетка стальная	ГОСТ 10112 - 2001	2	Очистка стыкуемой поверхности
Рулетка стальная	РС - 20	2	Проведение измерений
Ключ пневматический	ГОСТ 10210-83	2	Закрепление ферм
Теодолит	НА - 1	1	Выверка и разметка осей
Каска строительная	ГОСТ 12.4.087 - 84	5	Обеспечение защиты
Предохранительный пояс	ГОСТ Р 50849-96	5	Обеспечение безопасности
Защитные очки	ГОСТ 12.4.011-89	5	Обеспечение защиты глаз

Таблица Б.3 – Машины и технологическое оборудование

«Наименование технологического процесса и его операций	Марка	Основная техническая характеристика»[10]	Кол .
Монтаж конструкций	КС-65719-1К	Максимальная грузоподъемность — 20 т	1
Автогидроподъемник	АГП-18.04	Максимальная грузоподъемность — 200 кг	2

Продолжение приложения Б

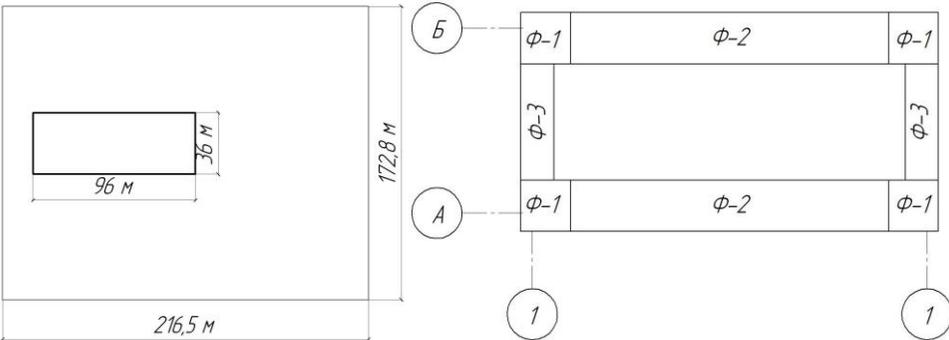
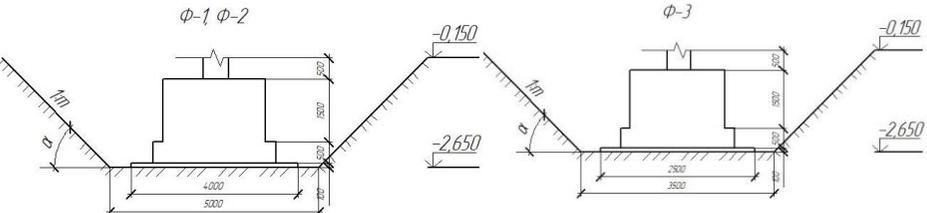
Таблица Б.4 – Калькуляция трудозатрат и машинного времени.

«№»	Наименование рабочих процессов	Обоснование ГЭСН	Ед. изм.	Объем работ	Норма врем. на ед. изм.		Трудозатраты на объем	
					Чел-час	Маш-час	Чел-дн	Маш-см.
1	Монтаж стропильных ферм»[10]	09-03-012-05	т	97,92	12,7	2,74	155,45	33,54
3	Постановка болтов	09-05-003-01	100 шт	6,12	11,9	-	9,1	-
Итого							164,55	33,54

Приложение В

Дополнительные сведения к разделу «Организация строительства»

Таблица В.1 — Ведомость объемов СМР

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]
I. Земляные работы				
1	Срезка растительного слоя бульдозером с планировкой площадки	1000 м ²	37,41	 <p style="margin-left: 40px;"> $F_{ср} = a \cdot b$ $F_{пл} = F_{ср}$ $F_{ср} = 216,5 \cdot 172,8 = 37411,2 \text{ м}^2$ </p>
2	Отрывка траншеи экскаватором			

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]
				$h_{\text{тр}} = 2,65 - 0,15 = 2,5\text{м}$ <p>Грунт песок $\alpha = 45^\circ, m = 1$</p> $V_{\text{тр}} = V_{\text{тр1}} + V_{\text{тр2}}$ $V_{\text{трn}} = (h_{\text{тр}} \cdot A_{H_n} + m \cdot h_{\text{тр}}^2) l_{\text{трn}}$ $V_{\text{тр1}} = (2,5 \cdot 5 + 1 \cdot 2,5^2) \cdot 198,02 = 3712,86\text{м}^3 \text{ - по осям А, Б.}$ $V_{\text{тр2}} = (2,5 \cdot 3,5 + 1 \cdot 2,5^2) \cdot 60,6 = 909\text{м}^3 \text{ - по осям 1, 17.}$ $V_{\text{тр}} = 3712,86 + 909 = 4621,86\text{м}^3$ $V_{\text{констр}} = V_{\text{фунд+кол}} + V_{\text{осн}} + V_{\text{бал}}$ $V_{\text{фунд+кол}_1} = (2,01 \cdot 2,95 \cdot 0,5 + 1,51 \cdot 2,45 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,5 + 0,25^2 \cdot 0,5) \cdot 4 = 35,43\text{м}^3$ $V_{\text{фунд+кол}_2} = (1,61 \cdot 2,95 \cdot 0,5 + 1,11 \cdot 2,45 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,5) \cdot 30 = 203\text{м}^3$ $V_{\text{фунд+кол}_3} = (1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,7 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,5) \cdot 10 = 20,5\text{м}^3$ $V_{\text{бал}} = (0,3 \cdot 0,2 \cdot 4,89) \cdot 28 + (0,3 \cdot 0,2 \cdot 4,19) \cdot 4 + (0,3 \cdot 0,2 \cdot 5,3) \cdot 8 = 12,74\text{м}^3$ $V_{\text{осн}} = (5 \cdot 99,01 \cdot 2 + 3,5 \cdot 30,3 \cdot 2) \cdot 0,2 = 240,44\text{м}^3$ $V_{\text{фунд+кол}} = V_{\text{фунд+кол}_1} + V_{\text{фунд+кол}_2} + V_{\text{фунд+кол}_3}$ $V_{\text{фунд+кол}} = 35,43 + 203 + 20,5 = 258,93\text{м}^3$ $V_{\text{констр}} = 258,93 + 240,44 + 12,74 = 512,11\text{м}^3$
	-на вымет	1000 м ²	4,44	$V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = (V_0 - V_{\text{констр}}) \cdot k_p = (4621,86 - 512,11) \cdot 1,08 = 4438,53\text{м}^3$
	-с погрузкой	1000 м ²	0,55	$V_{\text{изб}} = V_0 \cdot k_p - V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 4621,86 \cdot 1,08 - 4438,53 = 553,08\text{м}^3$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]
3	Ручная зачистка дна траншеи	100 м ²	2,31	$V_{\text{руч.зач}} = V_{\text{тр}} \cdot 0,05 = 4621,86 \cdot 0,05 = 231,09\text{м}^3$
4	Уплотнение грунта самоходными катками	1000 м ²	0,36	$V_{\text{упл}} = F_{\text{н}}^{\text{тр}} \cdot 0,3$ $F_{\text{н}}^{\text{тр}} = F_{\text{упл}}$ $F_{\text{н}1}^{\text{тр}} = 5 \cdot (99,01 \cdot 2) = 990,1\text{м}^2$ $F_{\text{н}2}^{\text{тр}} = 3,5 \cdot (30,3 \cdot 2) = 212,1\text{м}^2$ $F_{\text{н}}^{\text{тр}} = 990,1 + 212,1 = 1202,2\text{м}^2$ $V_{\text{упл}} = 1202,2 \cdot 0,3 = 360,66\text{м}^3$
5	Обратная засыпка грунта	1000 м ²	4,44	$V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 4438,53\text{м}^3$
II. Основания и фундаменты				
6	Устройство песчаного основания на дно траншеи	м ³	240	$V_{\text{осн}}^{\text{песч}} = (5 \cdot 198,02 + 3,5 \cdot 60,6) \cdot 0,2 = 240,44\text{м}^3$
7	Устройство монолитного столбчатого фундамента	100 м ³	2,47	$V_{\text{н}} = b \cdot h \cdot a \cdot n$ $V_{\text{Ф}1} = (2,01 \cdot 2,95 \cdot 0,5 + 1,51 \cdot 2,45 \cdot 1,5) \cdot 4 = 34,06\text{м}^3$ $V_{\text{Ф}2} = (1,61 \cdot 2,95 \cdot 0,5 + 1,11 \cdot 2,45 \cdot 1,5) \cdot 30 = 193,62\text{м}^3$ $V_{\text{Ф}3} = (1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,7 \cdot 0,5) \cdot 10 = 19,5\text{м}^3$ $V = V_{\text{Ф}1} + V_{\text{Ф}2} + V_{\text{Ф}3}$ $V = 34,06 + 193,62 + 19,5 = 247,18\text{м}^3$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]
8	Устройство монолитных фундаментных балок	100 м ³	0,13	Устройство монолитных фундаментных балок по ГОСТ 28737-2016 ;1БФМ-2А240 см п.2 V _{БФ} = 12,74м ³
9	Гидроизоляция фундамента	100 м ²	8,69	
	-вертикальная		6,76	Вертикальная: $F_1^{\text{гидр}} = (2,95 \cdot 0,5 \cdot 2 + 2,01 \cdot 0,5 \cdot 2 + 2,45 \cdot 1,5 \cdot 2 + 1,51 \cdot 1,5 \cdot 2 + 0,25 \cdot 0,5 \cdot 4 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2) \cdot 4 = 76,36\text{м}^2$ $F_2^{\text{гидр}} = (2,95 \cdot 0,5 \cdot 2 + 1,61 \cdot 0,5 \cdot 2 + 2,45 \cdot 1,5 \cdot 2 + 1,11 \cdot 1,5 \cdot 2 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2 + 1,25 \cdot 0,5 \cdot 2) \cdot 30 = 509,7\text{м}^2$ $F_3^{\text{гидр}} = (1,5 \cdot 0,5 \cdot 2 + 1,2 \cdot 0,5 \cdot 2 + 1 \cdot 1,5 \cdot 2 + 0,7 \cdot 1,5 \cdot 2 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2 + 0,4 \cdot 0,5 \cdot 2) \cdot 10 = 90\text{м}^2$ $F^{\text{гидр}} = F_1^{\text{гидр}} + F_2^{\text{гидр}} + F_3^{\text{гидр}} = 76,36 + 509,7 + 90 = 676,06\text{м}^2$
	-горизонтальная		1,93	Горизонтальная: $F_1^{\text{гидр}} = (2,01 \cdot 2,95 - 1,25 \cdot 0,5 - 0,25^2) \cdot 4 = 20,97\text{м}^2$ $F_2^{\text{гидр}} = (1,61 \cdot 2,95 - 1,25 \cdot 0,5) \cdot 30 = 123,74\text{м}^2$ $F_3^{\text{гидр}} = (1,5 \cdot 1,2 - 0,4 \cdot 0,5) \cdot 10 = 48\text{м}^2$ $F^{\text{гидр}} = F_1^{\text{гидр}} + F_2^{\text{гидр}} + F_3^{\text{гидр}} = 20,97 + 123,74 + 48 = 192,71\text{м}^2$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]
III. Надземная часть				
10	Установка колонн в стаканы фундаментов	т	80,65	
	-металлические			Металлические колонны ступенчатые составного сечения $H = 14,9\text{м}$, $M = 1,96 \cdot 34 = 66,64_{\text{т}}$
	-колонны-фахверки			Из двутавра 40К12 $H = 19,3\text{м}$, $M = 1,01 \cdot 10 = 10,1_{\text{т}}$ Из трубного проката $\square 250 \times 250 \times 10$ $H = 19,3\text{м}$, $M = 0,978 \cdot 4 = 3,91_{\text{т}}$
11	Монтаж связей	т	4,61	1. Связи вертикальные из $\angle 80 \times 50 \times 6$ -длиной 5,55 м — $M = 32,86 \cdot 8 = 0,263_{\text{т}}$; -длиной 4,12 м — $M = 24,39 \cdot 12 = 0,293_{\text{т}}$ -длиной 7,87 м — $M = 46,59 \cdot 8 = 0,373_{\text{т}}$; -длиной 5,5 м — $M = 32,56 \cdot 2 = 0,065_{\text{т}}$ 2. Связи по верхним и нижним поясам ферм из $\angle 80 \times 50 \times 6$ -длиной 8,48 м — $M = 50,2 \cdot 124 = 6,225_{\text{т}}$; -длиной 5,89 м — $M = 34,87 \cdot 73 = 2,546_{\text{т}}$
12	Укладка и монтаж ригелей и балок -ригели металлические -балки металлические подкрановые	т	28,98	Ригели металлические из двутавра 20Б3 $M = 135,65 \cdot 52 = 7,053_{\text{т}}$ Балки металлические из составного двутавра высотой 1000 мм $M = 685,3 \cdot 32 = 21,929_{\text{т}}$
13	Монтаж ферм	т	97,92	Фермы стальные — $M = 5,76\text{т} \cdot 17\text{шт} = 97,92_{\text{т}}$
14	Монтаж прогонов	т	29,95	Прогоны стальные из швеллера с параллельными гранями полок №24 $M = 144\text{кг} \cdot 208\text{шт} = 29,95_{\text{т}}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]
15	Кладка перегородок из кирпича $\delta = 120\text{мм}$	100 м ²	1,58	$S = L \cdot H - S_{\text{дв}}$ $S = 46,28 \cdot 3,6 - 1,68 \cdot 5 = 158,2\text{м}^2$
16	Укладка перемычек	100шт	0,05	1ПБ 10-1 ; n=5 шт
17	Монтаж наружных сэндвич-панелей $\delta = 150\text{мм}$	100 м ²	38,76	$S = P_{\text{зд}} \cdot H_{\text{зд}} - S_{\text{ок}} - S_{\text{дв.наруж.}} - S_{\text{ворот}}$ $S = 2 \cdot (96 + 36) \cdot 18,6 - 982,8 - 12,6 - 38,52 = 3876,48\text{м}^2$
IV. Кровля				
18	Устройство профнастила	100 м ²	34,56	Профилированный настил толщиной 0,7 мм $F = 36 \cdot 96 = 3456\text{м}^2$
19	Устройство пароизоляции	100 м ²	34,56	Пароизоляция Sarnavar 1000 E/ Производитель "Зика" Россия, аналогично п.18-утеплитель Технониколь Роклайт $\delta = 100\text{мм}$
20	Устройство теплоизоляционного слоя	100 м ²	34,56	-утеплитель Технониколь Роклайт $\delta = 100\text{мм}$, $F = 3456\text{м}^2$
21	Устройство водоизоляционного слоя	100 м ²	34,56	Полимерная ПВХ-мембрана Sikaplan 15 VGWT $F = 3456\text{м}^2$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]																
V. Полы																				
22	Устройство монолитной бетонной плиты по грунту	100 м ²	34,56	Монолитная плита из бетона класса В20 $\delta = 200\text{мм}$ $F = 3456\text{м}^2$																
23	Упрочняющее покрытие	100 м ²	34,56	Упрочнитель бетона Эпоксол $\delta = 5\text{мм}$ $F = 3456\text{м}^2$																
24	Гидроизоляция полов на битумной мастике	100 м ²	0,38	В два слоя: Санузлы $F = 2 \cdot (1,2 \cdot 3,38 + 4,45 \cdot 3,38) = 38,19\text{м}^2$																
25	Цементно-песчаная стяжка	100 м ²	0,65	Техническое помещение $-F = 4,61 \cdot 5,76 = 26,55\text{м}^2$ Санузлы $-F = 38,19\text{м}^2$; $F_0 = 26,55 + 38,19 = 64,74\text{м}^2$																
26	Покрытие полов из плитки керамической	100 м ²	0,65	Техническое помещение — см. п.25 Санузлы — см п.24																
VI. Окна, двери, ворота																				
27	Установка стальных оконных блоков	100 м ²	9,83	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Обозначение</th> <th>Размер, мм</th> <th>$S_{\text{ок}}, \text{м}^2$</th> <th>$n, \text{шт.}$</th> <th>$S_{\text{общ}}, \text{м}^2$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>О-1</td> <td>4200x6000</td> <td>25,2</td> <td>27</td> <td>680,4</td> </tr> <tr> <td>О-2</td> <td>1800x6000</td> <td>10,8</td> <td>28</td> <td>302,4</td> </tr> </tbody> </table>	Обозначение	Размер, мм	$S_{\text{ок}}, \text{м}^2$	$n, \text{шт.}$	$S_{\text{общ}}, \text{м}^2$	О-1	4200x6000	25,2	27	680,4	О-2	1800x6000	10,8	28	302,4	$S_{\text{ок}} = 982,8\text{м}^2$
				Обозначение	Размер, мм	$S_{\text{ок}}, \text{м}^2$	$n, \text{шт.}$	$S_{\text{общ}}, \text{м}^2$												
				О-1	4200x6000	25,2	27	680,4												
О-2	1800x6000	10,8	28	302,4																

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

«№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание»[13]						
28	Установка дверей	100 м ²	0,21							
	-в наружных стенах			Обозначение	Размер, мм	S _{ед} , м ²	n, шт.	S _{общ} , м ²	S _{наруж.дв.} = 12,6м ²	
				ДМН 30-13 У	1300x3000	6,3	2	12,6		
	-в перегородках δ = 120мм			Обозначение	Размер, мм	S _{ед} , м ²	n, шт.	S _{общ} , м ²	S _{дв.вперегор.} = 8,4м ²	
				ДГ 21-8	800x2100	1,68	3	5,04		
				ДГ 21-8 л	800x2100	1,68	2	3,36		
29	Установка ворот	м ²	38,52	Обозначение	Размер, мм	S _{ед} , м ²	n, шт.	S _{общ} , м ²	S _в = 38,52м ²	
				ВМ 48-54	5400x4800	25,92	1	25,92		
				ВМ 30-42	4200x3000	12,6	1	12,6		
VII. Отделочные работы										
30	Оштукатуривание стен	100 м ²	2,39	Техническое помещение: $F_{т.п.} = 2 \cdot (4,61 + 5,76) \cdot 3,6 - 1,68 = 72,98\text{м}^2$ Санузлы $F_{с.у.1} = (2 \cdot (1,2 + 3,38) \cdot 3,6 - 1,68 \cdot 2) \cdot 2 = 59,23\text{м}^2$ $F_{с.у.2} = (2 \cdot (4,45 + 3,38) \cdot 3,6 - 1,68) \cdot 2 = 106,75\text{м}^2$; $\sum F_{общ.} = 238,96\text{м}^2$						

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

31	Устройство подвесного потолка	100 м ²	0,65	Техническое помещение и санузлы: п.24 $F = 64,74\text{м}^2$
32	Кладка плитки на стены	100 м ²	0,67	Плитка керамическая на стены в санузлах высотой 1,5 м $F_{\text{с.у.1}} = (2 \cdot (1,2 + 3,38) - 0,8 \cdot 2) \cdot 1,5 \cdot 2 = 22,68\text{м}^2$ $F_{\text{с.у.2}} = (2 \cdot (4,45 + 3,38) - 0,8) \cdot 1,5 \cdot 2 = 44,58\text{м}^2$; $F_{\text{пл}} = 67,26\text{м}^2$
33	Окраска стен вододисперсионной краской	100 м ²	1,74	Техническое помещение: п.28 $F_{\text{т.п.}} = 72,98\text{м}^2$ Санузлы: $F_{\text{с.у.1}} = (2 \cdot (1,2 + 3,38) \cdot 2,1 - 0,6 \cdot 0,8 \cdot 2) \cdot 2 = 36,55\text{м}^2$ $F_{\text{с.у.2}} = (2 \cdot (4,45 + 3,38) \cdot 2,1 - 0,6 \cdot 0,8) \cdot 2 = 64,81\text{м}^2$; $F_{\text{окр.}} = 174,34\text{м}^2$
VIII. Благоустройство территории				
34	Устройство газонов	100 м ²	207,94	Устройство газонов из готовых рулонных заготовок
35	Посадка деревьев	10 шт.	5,8	Посадка лиственных деревьев одиночно и групповой посадки 58 шт.
36	Посадка кустарников в живой изгороди	м	60	Кустарники в живой изгороди — 60 м
37	Посадка цветников	100 м ²	2,03	Цветники многолетние — 203,22 м ²
38	Устройство асфальтобетонного покрытия	100 м ²	112,62	Устройство асфальтобетонного покрытия дорог и тротуаров однослойных из литой мелкозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 4 см

Продолжение приложения В

Таблица В.2 — Ведомость потребности в материалах, изделиях и конструкциях

«№ п.п.	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ»[13]
1	Устройство песчаного основания	100 м ²	2,4	Среднезернистый песок $\gamma = 1650 \text{ кг/м}^3$	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,65}$	$\frac{240}{396}$
2	Устройство монолитного столбчатого фундамента	100 м ²	0,061	Опалубка деревянная	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{6,06}{0,061}$
		т	9,14	Арматура класса А400 $\varnothing 8, \varnothing 12$	т	-	9,14
		100 м ³	2,47	Тяжелый бетон класса В20 $\gamma = 2348 \text{ кг/м}^3$	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,35}$	$\frac{247}{333,45}$
3	Устройство фундаментных балок	100 м ²	1,7	Опалубка деревянная	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{169,82}{1,7}$
		т	0,48	Арматура класса А400 $\varnothing 10$	т	-	0,48
		100 м ³	0,13	Бетон класса В20 $\gamma = 2348 \text{ кг/м}^3$	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,35}$	$\frac{12,74}{29,94}$
4	Устройство вертикальной и горизонтальной гидроизоляции	100 м ²	8,69	Окрасочная битумная гидроизоляция	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,002}$	$\frac{868,77}{1,74}$
5	Монтаж стальных колонн	т	66,64	К1 — 34 шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$		$\frac{34}{66,64}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

«№ п.п.	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ»[13]
6	Монтаж стальных фахверковых колонн	т	14,01	К2: I 40К12 — 10 шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,01}$	$\frac{10}{10,1}$
				К3: □250x10 — 4 шт.		$\frac{1}{0,978}$	$\frac{4}{3,91}$
7	Монтаж металлических ферм	т	97,92	Ф1: $l = 35,48\text{м}; n = 17\text{шт.}$	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{5,76}$	$\frac{17}{97,92}$
8	Монтаж стальных подкрановых балок	т	21,93	Составной I высотой 1000 мм — 34 шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,685}$	$\frac{34}{21,93}$
9	Монтаж стальных ригелей	т	7,05	P1: I 20Б3 — 52 шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,136}$	$\frac{52}{7,05}$
10	Устройство металлических прогонов покрытия	т	29,95	[24У – 208 шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,144}$	$\frac{208}{29,95}$
11	Устройство металлических связей	т	4,61	L80 × 50 × 6, $l = 5,55\text{м} - 8\text{шт.}$	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,033}$	$\frac{8}{0,263}$
				L80 × 50 × 6, $l = 4,12\text{м} - 12\text{шт.}$	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,024}$	$\frac{12}{0,293}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

«№ п.п.	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ»[13]
				L80 × 50 × 6, l = 7,87м – 8шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,047}$	$\frac{8}{0,373}$
				L80 × 50 × 6, l = 5,5м – 2шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,033}$	$\frac{2}{0,065}$
				L80 × 50 × 6, l = 8,48м – 124шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,05}$	$\frac{124}{6,23}$
				L80 × 50 × 6, l = 5,89м – 73шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,035}$	$\frac{73}{2,55}$
12	Кладка перегородок из керамического кирпича $\delta = 120\text{мм}$	100 м ²	158,2	Полнотельный керамический кирпич $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,6}$	$\frac{158,2}{253,12}$
				Цементно-песчаный раствор М50	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,7}$	$\frac{26,89}{45,71}$
13	Укладка перемычек	100 шт.		1ПБ10 – 1: n = 5шт.	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,019}$	$\frac{5}{0,095}$
14	Монтаж наружных сэндвич-панелей $\delta = 150\text{мм}$	100 м ²	38,76	Стеновая трехслойная сэндвич-панель 150 мм МВ	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,026}$	$\frac{3876,48}{100,79}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

«№ п.п.	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ»[13]
15	Устройство кровли	100 м ²	34,56	Профилированный настил толщиной 0,7 мм	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0056}$	$\frac{3456}{19,35}$
			34,56	Пароизоляция Sarnavar 1000 E/ Производитель "Зика" Россия	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0002}$	$\frac{3456}{0,69}$
			34,56	-утеплитель Техноколь Роклайт $\delta = 100мм$	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0035}$	$\frac{3456}{12,1}$
			34,56	Полимерная ПВХ-мембрана Sikaplan 15 VGWT	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,00018}$	$\frac{3456}{0,62}$
16	Устройство полов	100 м ²	34,56	Тяжелый бетон класса В20 $\gamma =$ 2348 кг/м ³ $\delta = 200мм$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,35}$	$\frac{6,91}{16,24}$
			34,56	Упрочняющее покрытие Эпоксол	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0001}$	$\frac{3456}{0,35}$
			0,38	Гидроизол на битумной мастике	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,003}$	$\frac{0,38}{0,0011}$
			0,65	Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150 $\delta = 20мм$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,8}$	$\frac{0,65}{1,17}$
			0,65	Плитка керамическая $\delta = 20мм$	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{64,74}{0,97}$

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.2

17	Установка оконных блоков	100 м ²	6,8	О-1 4200 × 6000: n = 27шт.	$\frac{\text{ШТ}}{\text{Т}}$	$\frac{1}{0,41}$	$\frac{27}{11,07}$
			3,02	О-2 1800 × 6000: n = 28шт.		$\frac{1}{0,18}$	$\frac{28}{5,04}$
18	Установка дверных блоков в наружных стенах	100 м ²	0,13	ДМН 30-13 У 3000 × 1300: n = 2шт.	$\frac{\text{ШТ}}{\text{Т}}$	$\frac{1}{0,12}$	$\frac{2}{0,24}$
19	Установка дверных блоков в перегородках	100 м ²	0,05	ДГ 21-8, 800 × 2100: n = 3шт.		$\frac{1}{0,01}$	$\frac{3}{0,03}$
			0,03	ДГ 21-8Л, 800 × 2100: n = 2шт.		$\frac{1}{0,01}$	$\frac{2}{0,02}$
20	Установка металлических ворот	м ²	38,52	ВМ 48-54 4800 × 5400: n = 1шт.	$\frac{\text{ШТ}}{\text{Т}}$	$\frac{1}{0,61}$	$\frac{1}{0,61}$
				ВМ 30-42 3000 × 4200: n = 1шт.	$\frac{\text{ШТ}}{\text{Т}}$	$\frac{1}{0,29}$	$\frac{1}{0,29}$
21	Оштукатуривание стен	100 м ²	2,39	Ц/п р-р $\delta = 20\text{мм}$, $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$	$\frac{\text{М}^3}{\text{Т}}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{0,478}{0,62}$
22	Устройство подвесного потолка	100 м ²	0,65	«Armstrong»	$\frac{\text{М}^2}{\text{Т}}$	$\frac{1}{0,005}$	$\frac{65}{0,33}$
23	Облицовка стен керамической плиткой	100 м ²	0,67	Керамическая плитка $\gamma = 15 \text{ кг/м}^2$	$\frac{\text{М}^2}{\text{Т}}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{67}{1,01}$
24	Окраска стен вододисперсионной краской	100 м ²	1,74	Вододисперсионная краска $\gamma = 0,1 \text{ кг/м}^2$	$\frac{\text{М}^2}{\text{Т}}$	$\frac{1}{0,0001}$	$\frac{174}{0,02}$

Продолжение приложения В

Таблица В.3 — Машины, механизмы и оборудование для производства работ

Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка	Техническая характеристика	Кол-во, шт.
Бульдозер	ДЗ-42	Мощность – 70 кВт	1
Экскаватор	Э-652 В	Емкость ковша – 0,65 м ³	1
Трамбовка пневматическая	ПТ-42	Энергия удара – 42 Дж; Частота удара – 20,8 1/с	3
Автобетононасос	СБ-126А	Производительность – 65 м/ч; Мощность – 100 кВт	2
Котел битумный	БК-1	Рабочий объем бака – 1 м ³	1
Кран	КС-65719-1К «Клинцы»	Максимальная грузоподъемность – 10 т	1
Вибратор поверхностный	ИВ-47Б	Мощность – 1,2 кВт	1
Растворонасос	СМ 50 СОМ-F	Мощность – 5,5 кВт	1
Асфальтоукладчик	АСФ-Г-3-08	Мощность – 114 кВт;	1
Электросварочный аппарат	Deko DKWM 220А	Сварочный ток – 10-220 А	4
Автогидроподъемник	АГП-18.04	Грузоподъемность – 200 кг;	2

Продолжение приложения В

Таблица В.4 — Ведомость затрат труда и машинного времени по ГЭСН 81-02-2020

« № п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена
				Чел-час	Маш-час	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	
I. Земляные работы»[13]									
1	Планировка площадки бульдозером со срезкой растительного слоя	1000 м ²	ГЭСН 01-01-036-02	0,23	0,23	37,41	1,08	1,08	Машинист 6 р. – 1 чел.
2	Отрывка траншеи экскаватором	1000 м ³							Машинист 6 р. – 1 чел. Помощник машиниста 5р. - 1 чел.
	- с погрузкой		ГЭСН 01-01-022-08	25,5	25,5	0,55	1,75	1,75	
	- навывмет		ГЭСН 01-01-009-08	23,69	23,69	4,44	13,15	13,15	
3	Ручная зачистка дна траншеи	100 м ³	ГЭСН 01-02-056-08	296	-	2,31	85,47	-	Землекоп 3 р. - 1
4	Уплотнение грунта тяжелыми виброкатками	1000 м ³	ГЭСН 01-02-004-01	19,82	19,82	3,6	5,64	5,64	Машинист 6 р. – 1 чел.
5	Обратная засыпка	1000 м ³	ГЭСН 01-01-033-05	3,8	3,8	4,44	2,11	2,11	Машинист 6 р. – 1 чел.
II. Основания и фундаменты									
6	Устройство песчаного основания	м ³	ГЭСН 08-01-002-01	0,78	0,07	240	23,4	2,1	Разнорабочий 3 р. – 2чел.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.4

« № п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена»[13]
				Чел-час	Маш-час	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	
7	Устройство монолитного столбчатого фундамента	100 м ³	ГЭСН 06-01-001-07	335	25,36	2,47	103,43	7,83	Плотник 4р. – 1 чел., 3р. – 1 чел. 2р. – 1 чел. Арматурщик 4р. – 1 чел., 2р. – 1 чел. Бетонщик 4р. – 1 чел. 2р. – 1 чел. Машинист крана бр. – 1 чел.
8	Устройство монолитных фундаментных балок	100 м ³	ГЭСН 06-01-034-01	1309	59,63	0,13	21,27	0,97	Бетонщик 5р-1, 4р-1
9	Гидроизоляция фундамента	100 м ²							Изолировщик 4 р. – 1 чел. 3 р. – 1 чел. 2 р. – 1 чел.
	- горизонтальная		ГЭСН 08-01-003-03	20,1	0,7	1,93	4,85	0,17	
	- вертикальная		ГЭСН 08-01-003-05	46,8	0,55	6,76	39,55	0,46	

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.4

« № п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена»[13]
				Чел-час	Маш-час	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	
III. Надземная часть									
10	Установка колонн в стаканы фундаментов	т							Монтажники бр – 1 чел, 5р – 1 чел, 4р – 1 чел, 3р – 1 чел, 2р – 1 чел. Машинист крана бр – 1 чел
	-металлические		ГЭСН 09-03-002-04	12,5	3,15	66,64	104,13	26,24	
	-колонны-фахверки		ГЭСН 09-04-006-01	25,3	3,08	14,01	44,31	5,39	
11	Монтаж связей	т	ГЭСН 09-03-014-03	39,55	4,01	4,61	22,79	2,31	Монтажники 5р – 1 чел, 4р – 1 чел, 3р – 1 чел. Машинист бр – 1 чел
12	Укладка и монтаж ригелей и балок	т							Монтажники 5р – 1 чел, 4р – 1 чел, 3р – 2 чел, 2р – 1 чел. Машинист крана бр – 1 чел
	-ригели		ГЭСН 09-03-002-12	15,6	2,88	7,05	13,75	2,54	
	-подкрановые балки		ГЭСН 09-03-003-01	16,02	3,59	21,93	43,91	9,84	
13	Монтаж ферм	т	ГЭСН 09-03-012-05	12,8	2,74	97,92	156,67	33,54	Монтажники бр – 1 чел, 4р – 3 чел, 3р – 1 чел. Машинист крана бр – 1 чел
14	Монтаж прогонов	т	ГЭСН 09-03-015-01	14,1	1,75	29,95	52,79	6,55	Монтажники 5р – 1 чел, 4р – 1 чел, 3р – 1 чел. Машинист крана бр – 1 чел

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.4

« № п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена»[13]
				Чел-час	Маш-час	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	
15	Кладка перегородок из кирпича	100 м ²	ГЭСН 08-02-002-01	124	2,25	1,58	24,49	0,44	Каменщик 4р – 1 чел, 3р – 1 чел
16	Укладка перемычек	100 шт.	ГЭСН 07-01-021-01	81,3	35,84	0,05	0,51	0,22	Каменщик 4р – 1 чел, 3р – 1 чел, 2р – 1 чел. Машинист крана 5р – 1 чел
17	Монтаж наружных сэндвич-панелей	100 м ²	ГЭСН 09-04-006-04	152	36,14	38,76	736,44	175,1	Монтажник 5р – 2 чел, 4р – 1 чел, 3р – 1 чел. Машинист 6р – 1 чел
IV. Кровля									
18	Устройство профилированного настила	100 м ²	ГЭСН 09-04-002-01	31,7	2,93	34,56	136,94	12,66	Монтажник 5р- 1 чел, 4р – 1 чел, 3р – 2 чел. Машинист крана 6р – 1 чел
19	Устройство пароизоляции	100 м ²	ГЭСН 12-01-015-01	15,5	0,28	34,56	66,96	1,21	Гидроизолировщик 4р.- 1чел.,2р.-1чел.
20	Устройство теплоизоляционного слоя	100 м ²	ГЭСН 12-01-013-03	40,3	0,83	34,56	174,1	3,59	Термоизолировщик 4р. - 1чел.,2р. -1чел.
21	Устройство водоизоляционного слоя	100 м ²	ГЭСН 12-01-037-04	52,78	0,02	34,56	228,01	0,09	Гидроизолировщик 4р.- 1чел.,2р.-1чел.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.4

«№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена»[13]
				Чел-час	Маш-час	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	
V. Полы									
22	Устройство монолитной бетонной плиты по грунту	100 м ²	ГЭСН 06-01-001-15	97	20,03	34,56	419,04	86,53	Бетонщик 4р – 1 чел, 2р – 1 чел
23	Упрочняющее покрытие	100 м ²	ГЭСН 11-01-055-01	20,94	-	34,56	90,46	-	Бетонщик 3р – 3 чел, 2р – 1 чел
24	Гидроизоляция полов на битумной мастике	100 м ²	ГЭСН 11-01-004-07	15,54	0,75	0,38	0,74	0,04	Гидроизолировщик 4р.- 1 чел., 2р.-1 чел.
25	Цементно-песчаная стяжка	100 м ²	ГЭСН 11-01-011-01	36,5	1,27	0,65	2,97	0,1	Бетонщик 3р – 3 чел, 2р – 1 чел
26	Покрытие полов из плитки керамической	100 м ²	ГЭСН 11-01-027-03	106	-	0,65	8,61	-	Облицовщик-плиточник 4р – 1 чел, 2р – 1 чел
VI. Окна и двери									
27	Установка оконных блоков	100 м ²	ГЭСН 09-04-009-03	219,65	15,49	16,11	442,32	31,19	Монтажник 5р – 2 чел, 4р – 1 чел, 3р – 1 чел; Плотник 5р – 1 чел; Машинист крана 6р – 1 чел.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.4

« № п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена»[13]
				Чел-час	Маш-час	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	
28	Установка дверей								Плотник 4р – 1 чел, 2р – 1 чел
	-в наружных стенах	м ²	ГЭСН 09-04-012-01	2,4	-	12,6	3,78	-	
	-в перегородках	100 м ²	ГЭСН 10-01-039-01	89,53	-	0,08	0,9	-	
29	Установка ворот	100 м ²	ГЭСН 10-01-046-01	228,66	11,93	0,39	11,15	0,58	Монтажник 4р – 1 чел, 2р – 1 чел
VII. Отделочные работы									
30	Оштукатуривание стен	100 м ²	ГЭСН 15-02-016-01	65	5,32	2,39	19,42	1,59	Штукатуры 4р – 2 чел, 3р – 2 чел, 2р – 1 чел
31	Устройство подвесного потолка	100 м ²	ГЭСН 15-01-047-15	102,5	-	0,65	8,33	-	Монтажник 5р. – 1 чел., 4р. – 1 чел.
32	Кладка плитки на стены	100 м ²	ГЭСН 15-01-016-02	270	-	0,67	22,61	-	Облицовщик-плиточник 4р – 1 чел, 3р – 1 чел
33	Окраска стен вододисперсионной краской	100 м ²	ГЭСН 15-04-005-03	39	0,17	1,74	8,48	0,04	Маляр 3р – 1 чел, 4р – 1 чел
VIII. Благоустройство территории									
34	Устройство газонов	100 м ²	ГЭСН 47-01-046-06	5,5	-	207,94	142,96	-	Рабочий зеленого строительства 5р.-1чел., 4р.-1чел., 3р.-1чел., 2р.-1чел.

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.4

« № п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена»[13]
				Чел-час	Маш-час	Объем работ	Чел-дн	Маш-см	
35	Посадка деревьев	10 шт.	ГЭСН 47-01-017-02	10,37	-	5,8	7,52	-	Рабочий зеленого строительства 5р.-1чел.,4р.-1чел.,3р.-1чел.,2р.-1чел.
36	Посадка кустарников в живой изгороди	10 м	ГЭСН 47-01-033-01	4,04	-	6	3,03	-	Рабочий зеленого строительства 5р.-1чел.,4р.-1чел.,3р.-1чел.,2р.-1чел.
37	Посадка многолетних цветников	100 м ²	ГЭСН 47-01-050-01	135,01	-	2,03	34,26	-	Рабочий зеленого строительства 5р.-1чел.,4р.-1чел.,3р.-1чел.,2р.-1чел.
38	Устройство асфальтобетонного покрытия	1000 м ²	ГЭСН 27-06-020-01	38,3	19,08	11,26	53,91	26,86	Асфальтобетонщик 5р – 1 чел, 4р – 1 чел, 3р – 2 чел, 2р – 1 чел. Машинист катка 6р – 1 чел
	Итого СМР						3475,67	456,49	
	Затраты труда на подготовительные работы	%	10				347,57	45,65	
	Затраты труда на санитарно-технические работы	%	7				243,3	31,95	

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.4

	Затраты труда на электромонтажные работы	%	5				173,78	22,82	
	Затраты труда на неучтенные работы	%	16,5				573,49	75,32	
	Всего						4813,81	632,23	

Продолжение приложения В

Таблица В.5 — Ведомость временных зданий

«Наименование зданий	Численность персонала	Норма площади, м ² /чел	Расчетная площадь S _р , м ²	Принимаемая площадь S _ф , м ²	Размеры А×В, м	Кол-во зданий	Характеристика»[13]
Прорабская	4	3,5	14	18	6,7×3	1	Контейнерный, 31315
Гардеробная	30	0,9	27	28	10×3,2	1	Контейнерный, Г-10
Диспетчерская	2	7	14	21	7,5×3,1	1	Контейнерный, 5055-9
Душевая	30×0,5=15	0,43	6,45	24	8×3,5	1	Контейнерный, 494-4-14
Туалет	39	0,07	2,73	24	9×3	1	Передвижной, ГОСС Т-6
Сушильная	30	0,2	6	20	8,7×2,9	1	Передвижной, ВС-8
Помещение для отдыха и приема пищи	30	1	30	16	6,5×2,6	2	Передвижной, 4078-100-00.000.СБ
Проходная	-	-	-	6	2×3	2	Сборно-разборная

Продолжение приложения В

Таблица В.5 — Ведомость потребности в складах

«Материалы, изделия и конструкции»	Продолжительность потребления, дни	Потребность в ресурсах		Запас материала		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
		общая	суточная	На сколько дней	Кол-во $Q_{\text{зап}}$	Норматив на 1 м^2	Полезная $F_{\text{пол}}, \text{ м}^2$	Общая $F_{\text{общ}}, \text{ м}^2$	
Открытые»[13]									
Арматура стальная	3	9,62т	$9,62:3 = 3,2 \text{ т}$	2	$3,2 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 9,15 \text{ т}$	1,2 т	7,63	9,15	Навалом
Гидроизоляция на битумной мастике	4	1,74 т	$1,74:4=0,44 \text{ т}$	3	$0,44 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 1,89 \text{ т}$	2,2 т	0,85	1,03	Навалом
Стальные колонны	15	80,65 т	$80,65:15 = 5,38 \text{ т}$	3	$5,38 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 23,1 \text{ т}$	0,5 т	46,2	55,44	Штабелям и
Стальные фермы	16	97,92 т	$97,92:16 = 6,12 \text{ т}$	2	$6,12 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 17,5 \text{ т}$	0,3 т	58,33	87,5	В вертикальном положении
Балки стальные	8	28,98 т	$28,98:8 = 3,62 \text{ т}$	2	$3,62 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 10,35 \text{ т}$	0,3 т	34,5	51,75	Штабелям и
Связи металлические	6	4,61	$4,61:6 = 0,77 \text{ т}$	3	$0,77 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 3,3 \text{ т}$	0,5 т	6,6	7,92	Навалом
Прогоны металлические	7	29,95	$29,95:7 = 4,28 \text{ т}$	2	$4,28 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 12,24 \text{ т}$	1,4 т	8,74	10,49	Навалом
Кирпич	5	8058 шт.	$8058:5=1612 \text{ шт.}$	2	$1612 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 4611 \text{ шт.}$	400 шт.	11,53	14,41	Штабель в 2 яруса
Итого								237,69	

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.6

«Материалы, изделия и конструкции»	Продолжительность потребления, дни	Потребность в ресурсах		Запас материала		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
		общая	суточная	На сколько дней	Кол-во $Q_{\text{зап}}$	Норматив на 1 м ²	Полезная $F_{\text{пол}}$, м ²	Общая $F_{\text{общ}}$, м ²	
Закрытые									
Упрочняющее покрытие для полов	5	0,35 т	$0,35:5 = 0,07$ т	3	$0,07 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 0,3$ т	0,6 т	0,5	0,6	На стеллажах
Плитка керамическая	11	132 м ²	$132:11 = 12$ м ²	6	$12 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 102,96$ м ²	80 м ²	1,29	1,93	Пачками
Оконные блоки	19	982 м ²	$982:19 = 51,68$ м ²	2	$51,68 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 147,8$ м ²	25 м ²	5,91	8,27	В вертикальном положении
Краска	5	0,02 т	$0,02:5 = 0,004$ т	3	$0,004 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 0,017$ т	0,6 т	0,03	0,034	На стеллажах
Итого								10,83	
Навесы									
Стеновые сэндвич-панели	27	3876 м ²	$3876:27 = 143,56$ м ²	3	$143,56 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 615,87$ м ²	27 м ²	22,81	27,37	Штабелям и вертикально
Профнастил	7	19,35 т	$19,35:7 = 2,76$ т	2	$2,76 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 7,89$ т	2 т	3,95	5,53	В пачке на ребро штабель
Пароизоляция кровли	4	0,69 т	$0,69:4 = 0,17$ т	2	$0,17 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 0,49$ т	0,8 т	0,61	0,82	В рулонах

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.6

«Материалы, изделия и конструкции»	Продолжительность потребления, дни	Потребность в ресурсах		Запас материала		площадь склада			Размер склада и способ хранения
		общая	суточная	На сколько дней	Кол-во $Q_{\text{зап}}$	Норматив на 1 м^2	Полезная $F_{\text{пол}}, \text{ м}^2$	Общая $F_{\text{общ}}, \text{ м}^2$	
Утеплитель Технониколь Роклайт	9	3456 м^2	$3456:9 = 384 \text{ м}^2$	3	$384 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 1647,36 \text{ м}^2$	29 м^2	56,8	85,21	Штабелям и
Гидроизоляция кровли	12	0,62 т	$0,62:12 = 0,05 \text{ т}$	3	$0,05 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 0,21 \text{ т}$	0,8 т	0,26	0,35	В рулонах
Итого								119,28	

Продолжение приложения В

Таблица В.7 — Ведомость установленной мощности силовых потребителей

«Наименование потребителей	Ед. изм.	Установленная мощность, кВт	Кол-во	Общая установленная мощность, кВт»[13]
Растворонасос СО-48Б	шт.	2,2	1	2,2
Трамбовка пневматическая	шт	4	3	12
Вибратор поверхностный ИВ-2	шт.	0,7	1	0,7
Электросварочный аппарат Deko DKWM 220А	шт.	7,8	1	7,8
Итого				22,7

Таблица В.8 — Потребная мощность наружного освещения

«Потребители электрической энергии	Ед. изм.	Удельная мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Потребная мощность, кВт»[13]
Территория строительства	1000 м ²	0,4	2	37,41	14,96
Открытые склады	1000 м ²	1,0	10	0,238	0,238
Внутрипостроечные дороги	1 км	2,5	2	0,43	1,08
Итого мощность наружного освещения					16,28

Таблица В.9 — Потребная мощность внутреннего освещения

«Потребители электрической энергии	Ед. изм.	Удельная мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Потребная мощность, кВт»[13]
Прорабская	100 м ²	1,5	75	0,18	0,27
Гардеробная	100 м ²	1,5	75	0,28	0,42
Диспетчерская	100 м ²	1,5	75	0,21	0,32
Душевая	100 м ²	0,8	50	0,24	0,19
Туалет	100 м ²	0,8	50	0,24	0,19
Сушильная	100 м ²	0,8	50	0,20	0,16
Помещение для отдыха и приема пищи	100 м ²	1,0	50	0,32	0,32
Проходная	100 м ²	1,0	50	0,06	0,06
Итого мощность внутреннего освещения					1,93

Приложение Г

Дополнительные сведения к разделу «Экономика строительства»

Таблица Г.1 — Сводный сметный расчет стоимости строительства цеха по производству заготовок для сборки резервуаров

В ценах на 2022 год сметная стоимость 268318,52 тыс. руб.

«№ п.п.	Сметные расчеты и сметы	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Стоимость работ, тыс.руб.				Суммарная сметная стоимость, тыс.руб.
			строительны х работ	монтажны х работ	оборудо вания, мебели	Прочее	
1	2	3	4	5	6	7	8
		Глава 2. Основные объекты строительства					
1	ОС-02-01	Общестроительные работы	164110,05				164110,05
	ОС-02-02	Внутренние и инженерные сети	19766,03	12158,71			31924,74
		Итого по главе 2:	183876,08	12158,71			196034,79
2	ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории					
		Благоустройство и озеленение»[21]	4907,7				4907,7
		Итого по главам 1 – 7	188783,78	12158,71			200942,49
		Глава 8. Временные здания и сооружения					
3	ГСН 81-05-01-2001 п 1.2	Средства на строительство и разборку титул. врем. зданий и сооружений 3,4%	6418,65	413,4			6832,04
		Итого по главам 1-8:	195202,43	12572,11			207774,53
		Глава 12. Проектные и изыскательские работы					
4	По расчету	Определение стоимости проектных работ (базовая)				9311,65	9311,65
		Итого по главам 1-12:	195202,43	12572,11		9311,65	217086,18

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Методика..., п. 179	Резерв средств на непредвиденные работы и затраты, Промышленные здания 3 %	5856,07	377,16		279,35	6512,59
6		Итого:	201058,5	12949,27		9591	223598,77
		НДС, 20%	40211,7	2589,85		1918,2	44719,75
		Всего по сводному сметному расчету:	241270,2	15539,12		11509,2	268318,52

Таблица Г.2 – Объектный сметный расчет № ОС-02-01. Общестроительные работы по возведению остова цеха по производству заготовок для сборки резервуаров

Объект		Цех по производству заготовок для сборк и резервуаров								
Общая стоимость		164110,05 тыс. руб.								
Норма стоимости										
Цены на		I квартал 2022 г.								
« № п/п	Номер расчета	Производимая работа	Стоимость по видам работ, тыс. руб.					Общее	Оплата труда рабочи х, тыс. руб.	Единицн ая стоимос ть, руб.
			Работы по строительст ву	Работы по монтажу	Инвентарь мебель и прочие принадлеж ности	Друг ие расхо ды				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	УПСС-3.1-105	Подземная часть	14044,28				14044,28		216	

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	УПСС 3.1-105	Каркас (колонны, перекрытия, покрытие, лестницы)	79844,35				79844,35		1228
3	УПСС 3.1-105	Стены	12548,83				12548,83		193
4	УПСС 3.1-105	Кровля	18530,65				18530,65		285
5	УПСС 3.1-105	Заполнение проемов	9687,95				9687,95		149
6	УПСС 3.1-105	Полы	10273,13				10273,13		158
7	УПСС 3.1-105	Внутренняя отделка	7347,24				7347,24		113
8	УПСС 3.1-105	Прочие строительные конструкции и общестроительные работы	11833,61				11833,61		182
		Итого затраты по смете:»[21]	164110,05				164110,05		

Продолжение приложения Г

Таблица Г.3 – Объектный сметный расчет № ОС-02-02. Внутренние инженерные системы и оборудования цеха по производству заготовок для сборки резервуаров

Объект		Цех по производству рулонных заготовок							
Общая стоимость		31924,74 тыс. руб.							
Норма стоимости		V _{стр} =65019,83 м ³							
Цены на		I квартал 2022 г.							
«№ п/п	Номер расчета	Производимая работа	Стоимость, тыс. руб.					Оплата труда рабочи х, тыс. руб.	Единичная стоимость, руб.
			Работы по строительству	Работы по монтажу	Инстр умент	Другие затраты	Общее		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	УПСС-3.2-112	Отопление, вентиляция, кондиционирование	9622,93				9622,93		148
2	УПСС 3.2-112	Горячее, холодное водоснабжение, канализация	5786,76				5786,76		89
3	УПСС 3.2-112	Электроосвещение и электроснабжение		10338,15			10338,15		159
4	УПСС 2.3-001	Устройства слаботочные		1820,56			1820,56		28
5	УПСС 3.2-112	Прочее»[21]	4356,33				4356,33		67
		Общие затраты по смете:	19766,03	12158,71			31924,74		

Продолжение приложения Г

Таблица Г.4 – Объектный сметный расчет № ОС-07-01. Благоустройство и озеленение

Объект		Цех по производству рулонных заготовок				
Общая стоимость		4907,7 тыс. руб.				
В ценах на		2022 г.				
«№ п/п	Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, руб	Итоговая стоимость, тыс. руб»[21]
1	2	3	4	5	6	7
1	3.1-01-002	Асфальтобетонное покрытие тротуаров с щебеночно-песчаным основанием	1 м ²	3437,68	1293	4444,92
2	3.2-01-001	Озеленение участка с устройством газонов и посадкой деревьев и кустарников	100 м ²	5,83	79379	462,78
		Итого:				4907,7

Продолжение приложения Г

Таблица Г.5 — Локальная смета на работы по возведению подземной части

№ п.п.	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Кол-во единиц	Стоимость единицы, руб.		Общая стоимость, руб.			Затраты труда, чел.-ч,	
				всего	эксплуатация машин	всего	оплата труда	эксплуатация машин	Рабочих машинистов	
									оплата труда	в т.ч. оплата труда
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11»[21]
1	01-02-027-01	Планировка площадей: механизированным способом, группа грунтов 2, 1000 м2	37,41	91,46	<u>91,46</u> 12,7	3422		<u>3422</u> 475	0,94	35
2	01-01-009-13	Разработка грунта в траншеях экскаватором "обратная лопата" с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, в отвал группа грунтов: 2, 1000 м3	4,44	2478	<u>2478</u> 334,53	11002		<u>11002</u> 1485	24,78	110

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	01-01-022-13	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы в траншеях экскаватором "обратная лопата" с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, группа грунтов 1, 1000 м3	0,55	<u>3009</u>	<u>3009</u> 406,22	1655		<u>1655</u> 223	30,09	17
4	01-02-003-02	Уплотнение грунта вибрационными катками 2,2 т на первый проход по одному следу при толщине слоя: 30 см, 1000 м3	0,36	<u>988,17</u>	<u>988,17</u> 176,55	356		<u>356</u> 64	13,6	5
5	01-01-034-01	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 96 кВт (130 л.с.), группа грунтов 2, 1000 м3	4,44	<u>555,84</u>	<u>555,84</u> 79,79	2468		<u>2468</u> 354	5,91	26
6	08-01-002-01	Устройство основания под фундаменты: песчаного, м3	240,44	45,52 18,79	26,36 3,04	10945	4518	6338 731	2,3 0,29	553 70
7	02.3.01.02-0015	Песок природный для строительных: работ средний, м3	288,528	55,26		15944				

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	06-01-001-07	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 10 м3, 100 м3	2,47	<u>8825,1</u> 4126,81	<u>2237,4</u> 341,71	21798	10193	<u>5527</u> 844	<u>483,8</u> 25,48	<u>1195</u> 63
9	04.1.02.05-0007	Бетон тяжелый, класс: В20 (М250), м3	250,705	<u>665</u>		166719				
10	08.4.03.04-0001	Горячекатаная арматурная сталь класса: А-I, А-II, А-III, т	8,151	<u>5650</u>		46053				
11	06-01-034-01	Устройство фундаментных балок, 100 м3	0,13	<u>36075,34</u> 11309,76	<u>6538,88</u> 820,1	4690	1470	<u>851</u> 107	<u>1309</u> 61,01	<u>170</u> 8
12	04.1.02.05-0007	Бетон тяжелый, класс: В20 (М250), м3	13,195	<u>665</u>		8775				
13	08.4.03.04-0001	Горячекатаная арматурная сталь класса: А-I, А-II, А-III, т	1,105	<u>5650</u>		6243				
14	41-01-008-01	Окрасочная изоляция горизонтальной бетонной поверхности: разжиженным битумом в два слоя, 100 м2	1,93	<u>1559,01</u> 334,15	<u>80,4</u>	3009	645	<u>155</u>	<u>40,9</u>	<u>79</u>

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
15	41-01-008-05	Окрасочная изоляция вертикальной бетонной поверхности: разжиженным битумом в два слоя, 100 м2	6,76	<u>1640,06</u> 457,21		<u>4,8</u>	11087	3091	<u>32</u>	<u>53,6</u>	<u>362</u>
		Итого прямые затраты по смете					314166	19917	<u>31806</u>		<u>2359</u>
		Стоимость строительных работ					355549				
		в том числе									
		прямые затраты					314166	19917	<u>31806</u> 4283		<u>2359</u> 334
		накладные расходы					25653				
	МДС 81-33.2004 прил.3	Конструкции из кирпича и блоков 106% от ФОТ=5249					5564				
	МДС 81-33.2004 прил.3	Гидроизоляционные работы в гидротехнических сооружениях 106% от ФОТ=3736					3960				
	МДС 81-33.2004 прил.3	Бетонные и железобетонные монолитные конструкции в строительстве промышленном 106% от ФОТ=12614					13371				

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	МДС 81-33.2004 прил.3	Земляные работы, выполняемые механизированным способом 106% от ФОТ=2126				2254				
	МДС 81-33.2004 прил.3	Земляные работы, выполняемые по другим видам работ (подготовительным,сопутствующим , укрепительным) 65% от ФОТ=475				504				
		Индекс на 01.01.2022г. СМР 10,3				3662155				
		Проектные и изыскательские работы								
		2%				73243				
		Итого				3735398				
		Резерв средств на непредвиденные работы и затраты								
		3%				112062				
		Итого				3847460				
		Налоги								
	НДС	20%				769492				
		Итого				4616952				
		Всего по смете				4616952				

Продолжение приложения Г

Таблица Г.6 — Локальная смета на монтаж стальных ферм

№ п.п.	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Кол-во единиц	Стоимость единицы, руб.		Общая стоимость, руб.			Затраты труда, чел-ч.	
				всего	эксплуатация машин	всего	оплата труда	эксплуатация машин	<u>рабочих машинистов</u>	
				оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11»[21]
1	09-03-012-05	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 36 м массой до 8,0 т, т	97,92	<u>778,35</u> 127,46	<u>471,33</u> 39,1	76216	12480	<u>46153</u> 3829	<u>14,21</u> 2,79	<u>1391</u> 273
2	07.2.07.13-0081	Конструкции стальные приспособлений: для монтажа, т	97,92	<u>7441</u>		728623				

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	09-05-002-04	Электродуговая сварка при монтаже одноэтажных производственных зданий: покрытий (фермы, балки), 10 т	9,8	<u>2418,9</u> 803,64	<u>723,09</u> 0,35	23705	7876	<u>7086</u> 3	<u>63,08</u> 0,03	<u>618</u>
4	09-05-003-01	Постановка болтов: строительных с гайками и шайбами, 100 шт	6,12	<u>109,9</u> 107,93	<u>1,97</u> 0,35	673	661	<u>12</u> 2	<u>11,9</u> 0,03	<u>73</u>
5	09-07-031-01	Антикоррозийная защита металлических поверхностей, 100 м2	0,091	<u>22286,3</u> 4006,28	<u>14438,54</u> 858,02	2028	365	<u>1314</u> 78	<u>426,2</u> 85,29	<u>39</u> 8
		Итого прямые затраты по смете				831245	21382	54565		2121
								3912		281
		накладные расходы				26812				
		106% от ФОТ=25294				26812				
		сметная прибыль				16441				
		65% от ФОТ=25294				16441				

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Итого по смете				874498				
	1.03.2022	Индекс изменения сметной стоимости				9007329				
		на 2022г СМР 10.3								
		Проектные и изыскательские работы								
		2.%				180147				
		Итого				9187476				
		Резерв средств на непредвиденные работы и затраты								
		3.%				275624				
		Итого				9463100				
		Налоги								
	НДС	20.%				1892620				
		Итого				11355720				
		Всего по смете				11355720				