

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа на тему «Кузнечно-прессовый цех» состоит из 8 листов формата А1 графической части и 77 листов формата А4 пояснительной записки.

В пояснительной записке раскрыты:

- планировочная организация земельного участка, объемно-планировочное и конструктивное решения здания;
- расчетно-конструктивное проектирование, включающее расчёт и конструирование стальной стропильной фермы;
- технологическая карта на монтаж конструкций покрытия (ферм, прогонов и настила);
- календарный план, строительный генеральный план.
- составление расчета сметной стоимости строительства данного объекта;
- идентификация опасных и вредных факторов производства строительных работ, рекомендации соблюдения электробезопасности и пожарной безопасности на рабочем месте.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	6
1.1 Схема планировочной организации земельного участка	6
1.2 Объемно-планировочное решение.....	6
1.3 Конструктивное решение.....	7
1.4 Архитектурные решения.....	12
1.5 Инженерные системы.....	13
2 Расчетно-конструктивный раздел	14
2.1 Расчет и конструирование металлической фермы	14
2.1.1 Расчетная схема стальной фермы	14
2.1.2 Нагрузки, действующие на ферму	14
2.1.3 Определение расчетных усилий в стержнях фермы	17
2.1.4 Подбор сечений стержней фермы	19
2.1.5 Расчет и конструирование узлов фермы	25
2.1.6 Расчет соединительных прокладок	40
3 Технология строительства.....	42
3.1 Область применения.....	42
3.2 Организация и технология выполнения работ	42
3.2.1 Требования законченности подготовительных работ.....	42
3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий	42
3.3 Методы и последовательность производства работ по монтажу ферм, прогонов и настила	43
3.4 Требования к качеству и приемке работ	45
3.5 Выбор машин, механизмов, оборудования	46
3.6 Калькуляция затрат труда и машинного времени.....	50
3.7 График производства работ	50
3.6 Безопасность труда, пожарная безопасность и экологическая безопасность	51
3.6.1 Безопасность труда	51
3.6.2 Пожарная безопасность.....	52
3.6.3 Экологическая безопасность объекта	52
3.7 Техничко - экономические показатели объекта	52

4	Организация строительства.....	54
4.1	Краткая характеристика объекта.....	54
4.2	Определение объемов работ	54
4.3	Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах	55
4.4	Подбор машин и механизмов для производства работ.....	56
4.5	Определение трудоемкости и машиноемкости работ.....	57
4.6	Разработка календарного плана производства работ.....	60
4.7	Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях	60
4.8	Проектирование строительного генерального плана.....	66
4.9	Мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке.....	66
4.10	Технико-экономические показатели.....	68
5	Экономика строительства	69
5.1	Пояснительная записка составленная к сметным расчетам по объекту «Кузнечно-прессовый цех».....	69
5.2	Расчет стоимости проектных работ	69
6	Безопасность и экологичность объекта	71
6.1	Конструктивно - технологическая и организационно - техническая характеристика рассматриваемого объекта «Кузнечно-прессовый цех». ...	71
6.2	Выявление профессиональных рисков.....	71
6.3	Способы и средства уменьшения профессиональных рисков	72
6.4	Обеспечение пожарной безопасности объекта проектирования.....	72
6.5	Обеспечение экологической безопасности объекта.....	72
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	74
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	78
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	83
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	84

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации большое внимание уделяется увеличению производства конструкций, необходимых для хранения нефте- и газопродуктов. В этой связи предполагается строительство кузнечно-прессового цеха на территории завода «Пензэнергомаш», выпускающего емкостное и резервуарное оборудование.

Проектируемый цех – отдельно стоящее здание, обеспеченное необходимой инфраструктурой промышленного предприятия, вписывающейся в границы существующей территории города Пензы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка архитектурно-конструктивных и организационно-технологических решений по строительству данного кузнечно-прессового цеха.

Для достижения цели в ходе выполнения работы требуется решить следующие задачи:

- разработать схему планировочной организации земельного участка, объемно-планировочные и конструктивные решения объекта;
- разработать технологические и организационные решения по строительству цеха;
- разработать мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке;
- рассчитать сметную стоимость строительства.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Схема планировочной организации земельного участка

Строительство кузнечно-прессового цеха подразумевается на территории завода «Пензэнергомаш» по производству емкостного и резервуарного оборудования. Место расположения – город Пенза, улица Аустрина. Территория завода огорожена металлическим забором и имеет два въезда (выезда), также имеются производственные корпуса с АБК и КПП.

Для работников проектируемого цеха предусматривается автостоянка, пешеходные дорожки шириной 1,0 м для их перемещения по территории завода; автомобильные дороги шириной 6,0 м – для передвижения автотранспорта. Благоустройство и озеленение осуществляется в виде насаждений многолетних трав и лиственных деревьев.

Рельеф участка спокойный с отметками 71,5~73,0.

За отметку 0,000 проектируемого цеха принята отметка чистого пола первого этажа, что составляет 72,13 – абсолютная отметка.

Технико-экономические показатели СПЗУ:

- площадь участка – 1,69 га;
- площадь застройки – 0,65 га;
- площадь озеленения – 0,68 га;
- площадь твердого покрытия – 0,36 га.

1.2 Объемно-планировочное решение

Кузнечно-прессовый цех – одноэтажное трехпролетное здание прямоугольной формы в плане, с размерами в осях 66,0х96,0 м. Ширина пролета в осях А-Б – 18,0 м; в осях Б-В – 30,0 м; осях В-Г – 18,0 м.

Шаг колонн по крайним осям 6 м, по средним – 12 м. Высота всех пролетов до низа стропильных конструкций 14,4м.

В каждом пролете действует мостовой кран грузоподъемностью 10 т.

В пролетах размещаются следующие участки: заготовительное отделение с промежуточным складом, отделениековки на молотах, отделениековки на прессах, термическое отделение, участок механической

очистки продукции, склад готовой продукции, склад топлива и нагревательных устройств, ремонтно-механическое отделение, лаборатория контроля качества.

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

Для большего воздухообмена и инсоляции предусмотрен светоаэрационный фонарь.

В осях А-Б, В-Г по оси 1 и в осях Б-В по оси 17 предусмотрены секционные ворота размерами 3,6х3,6 м. В осях А-Б по оси 17 предусмотрен наземный переход в АБК.

Уровень ответственности цеха – II согласно [25].

Степень огнестойкости цеха – III согласно [25].

Категория конструктивной пожарной безопасности цеха – С1 согласно [25].

Категория функциональной пожарной безопасности цеха – Ф5.1 согласно [25].

1.3 Конструктивное решение

Каркас здания выполнен в стальном варианте по рамно-связевой схеме.

Жёсткость в поперечном направлении обеспечивается жёсткостью трёхпролётных рам, представляющих собой колонны с жёсткими базами и фермы, шарнирно прикрепленные к оголовкам. Жёсткость в продольном направлении обеспечивается вертикальными порталными связями в подкрановой части колонн, расположенными в осях 7-9 и вертикальными связями в надкрановой части колонн в осях 1-2, 8-9, 15-17. 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.

Система связей покрытия состоит из горизонтальных поперечных связей, расположенных по верхним и нижним поясам ферм, а также верхнего пояса светоаэрационного фонаря; и вертикальных связей в торцах цеха, расположенных в плоскости стоек стропильных ферм в пролете и на опорах.

В торцах здания предусмотрены фахверковые колонны с шагом 6 м.

Для крепления оконных переплетов, ворот и наружных дверей предусмотрен стеновой фахверк.

Фундаменты – столбчатые монолитные из бетона класса 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.

Колонны – ступенчатые составного сечения из стали класса С245.

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

Подкрановые балки – металлические двутаврового сечения высотой 800 мм, пролетом 6,0 м; высотой 1000 мм, пролетом 12,0 м.

Фермы стропильные и подстропильные – со стержнями таврового и крестового сечений из парных прокатных уголков Подстропильные фермы пролетом 12,0 м располагаются по осям Б и В, по которым шаг колонн больше шага стропильных конструкций.

Покрытие – стальной профилированный настил по стальным прогонам. Шаг прогонов 1,5 м.

Светоаэрационный фонарь – по серии 1.464.2-25.93 выпуск 1 шириной 12,0 м.

Таблица 1.1 – Спецификация элементов каркаса и покрытия

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч.
1	2	3	4	5	6
		<u>Фундаменты</u>			
Фм1		Фундамент монолитный Фм1	30		

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
Фм2		Фундамент монолитный Фм2	14		
Фм3		Фундамент монолитный Фм3	4		
Фм4		Фундамент монолитный Фм4	4		
Фм5		Фундамент монолитный Фм5	16		
Фбм1		Фундаментная балка монолитная Фбм1	42		м ³
		<u>Колонны</u>			
К1	Индивидуального изготовления	Колонна металлическая К1	34		
К2	Индивидуального изготовления	Колонна металлическая К2	34		
К3	Индивидуального изготовления	Колонна металлическая К3	16		фахверк
		<u>Подкрановые балки</u>			
БП1	Индивидуального изготовления	Балка подкрановая БП1	32		
БП2	Индивидуального изготовления	Балка подкрановая БП2	16		
		<u>Фермы</u>			
Ф1	Индивидуального изготовления	Ферма стропильная Ф1	11		
Ф2	Индивидуального изготовления	Ферма стропильная Ф2	4		
Ф3	Индивидуального изготовления	Ферма стропильная Ф3	2		
Ф4	Индивидуального изготовления	Ферма стропильная Ф4	22		
Ф5	Индивидуального изготовления	Ферма стропильная Ф5	12		
ФП-1	Индивидуального изготовления	Ферма подстропильная ФП-1	16		
		<u>Пргоны</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	Н75-750-0,7	6482		м ²

Стены – самонесущие из трехслойных сэндвич-панелей.

Перегородки – из пустотелого кирпича толщиной 120 мм.

Перекрышки – железобетонные сборные, серии 1.038.1-1.вып.1.

Таблица 1.2– Ведомость переключек

Марка, поз.	Схема сечения
ПР1 (4шт.)	

Таблица 1.3 – Спецификация переключек

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч.
1	с.1.038.1-1 в.1	Переключка 1ПБ13-1-п	4	20,0	

Окна – из металлических сплавов с ленточным остеклением
одиночным стеклопакетом индивидуального изготовления.

Двери – деревянные согласно ГОСТ 475-2016.

Ворота – секционные индивидуального производства.

Таблица 1.4 – Спецификация элементов заполнения проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч.
1	2	3	4	5	6
		<u>Окна</u>			
ОК1	Индивид. изгот.	Оконный блок 6,0x4,2 (h)	28		
ОК2	Индивид. изгот.	Оконный блок 6,0x1,8 (h)	28		
		<u>Двери</u>			
1	ГОСТ 475-2016	ДН 1Рп 21x10 Г Пр Т3 Мд4	2		
2	ГОСТ 475-2016	ДН 1Рл 21x10 Г Пр Т3 Мд4	1		
3	ГОСТ 475-2016	ДС 1Рп 21x8 Г ПрБ Мд1	2		
4	ГОСТ 475-2016	ДС 1Рл 21x8 Г ПрБ Мд1	2		
		<u>Ворота</u>			
5	Индивид. изгот.	Ворота секционные 3600x3600	3		

Кровля – из полимерной ПВХ-мембраны «Sicarplan 15 VGWT» с утеплителем марки «Rockwool РУФ БАТТС Н+В» толщиной 100+50 мм.

Полы – монолитная плита из бетона класса В20 по грунту, уплотненному слою щебня с упрочнением.

1.3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Данные для расчета:

- 1) Место строительства – г. Пенза.
- 2) Относительная влажность воздуха внутри помещения 55%.
- 3) $t_{в} = +16^{\circ}\text{C}$ – температура воздуха внутри помещения.
- 4) Зона влажности – сухая (приложение В [8]).
- 5) Условия эксплуатации – А (таблица 2 [8]).
- 6) $Z_{от} = 200$ (таблица 3.1* [9]).
- 7) $t_{от} = -4,1^{\circ}\text{C}$ (таблица 3.1* [9]).
- 8) $\alpha_{в} = 8,7$ (таблица 4 [8]).
- 9) $\alpha_{н} = 23$ (таблица 6 [8]).

Расчет наружной стены:

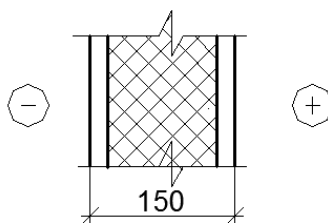


Рисунок 1.1 – Стеновое ограждение

Требуемое сопротивление теплопередаче (таблица 3 [4]) по величине градусо-суток отопительного периода:

$$R_{0,треб} = \alpha_{н} \cdot (-t_{от}) \cdot Z_{от} = 23 \cdot 4,1 \cdot 200 = 18820 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут} / \text{год} \quad (1.1)$$

$$R_0^{мп} = a \cdot R_{0,треб} + b = 0,0002 \cdot 18820 + 1,0 = 3,784 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт} \quad (1.2)$$

В качестве стенового ограждения применяются сэндвич-панели «Роспанель» толщиной 150 мм с пределом огнестойкости EI 150, с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_0 = 3,0 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$, что больше определенного по формуле 1.2 $R_0^{мп} = 1,804 \text{ } \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$.

Расчет покрытия:

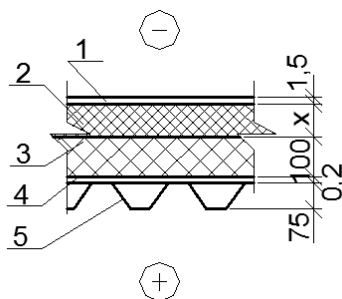


Рисунок 1.3 – Слои покрытия

Таблица 1.4 – Характеристики слоев покрытия

№ сл.	Наименов. Материала.	Толщина δ , м	Плотность, кг/м ³	Коэфф. Теплопр. λ , Вт/(м·°С)
1	Полимерная ПВХ-мембрана «Sikaplan»	0,0015	1800	0,15
2	«Rockwool Руф БАТТС В»	x	190	0,04
3	«Rockwool Руф БАТТС Н»	0,1	110	0,039
4	Пароизоляция «Sarnavar 1000 E»	0,0002	1450	0,3
5	Профлист Н-75	-	-	-

Требуемое сопротивление теплопередаче (таблица 3 [4]) по величине градусо-суток отопительного периода:

$$R_0^{mp} = a \cdot ГОСП + b = 0,00025 \cdot 4020 + 1,5 = 2,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} .$$

$$R_0^{mp} = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{23} + \frac{0,0015}{0,15} + \frac{\delta_2}{0,04} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{0,0002}{0,3} + \frac{1}{8,7} = 2,51$$

Находим толщину утеплителя: $\delta_2=0,048\text{м}$.

Окончательно принимаем утеплитель толщиной 50 мм.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{23} + \frac{0,0015}{0,15} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{0,0002}{0,32} + \frac{1}{8,7} = 2,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

$$R_0 > R_0^{mp} \quad (1.3)$$

Условие: $R_0 = 2,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} > R_0^{mp} = 2,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$ выполнено.

1.4 Архитектурные решения

Цветовое решение фасадов принято в коричневых тонах.

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

Светоаэрационный фонарь расположен в центре среднего пролета.

Пожарные металлические лестницы расположены со стороны фасадов А-Н и Н-А.

1.5 Инженерные системы

Проектируемое здание оборудовано следующими инженерными системами:

- 1) водопровод – хозяйственно-питьевой и противопожарный;
- 2) водопровод на технологические нужды;
- 3) канализация – бытовая и ливневая;
- 4) вентиляция – приточно-вытяжная механическая;
- 5) теплоснабжение – центральное водяное;
- 6) электроснабжение - от внешней трансформаторной подстанции;
- 7) слаботочные устройства – звукофикация, телефонизация, пожарная сигнализация.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Расчет и конструирование металлической фермы

2.1.1 Расчетная схема стальной фермы

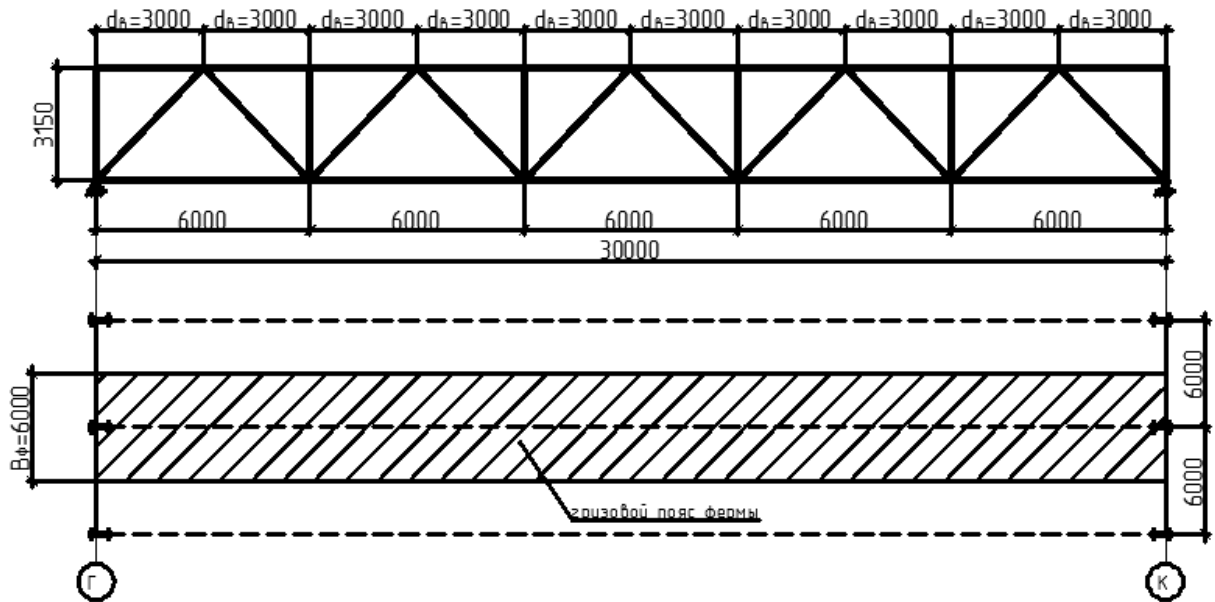


Рисунок 2.1 – Грузовая полоса фермы

2.1.2 Нагрузки, действующие на ферму

Постоянная нагрузка:

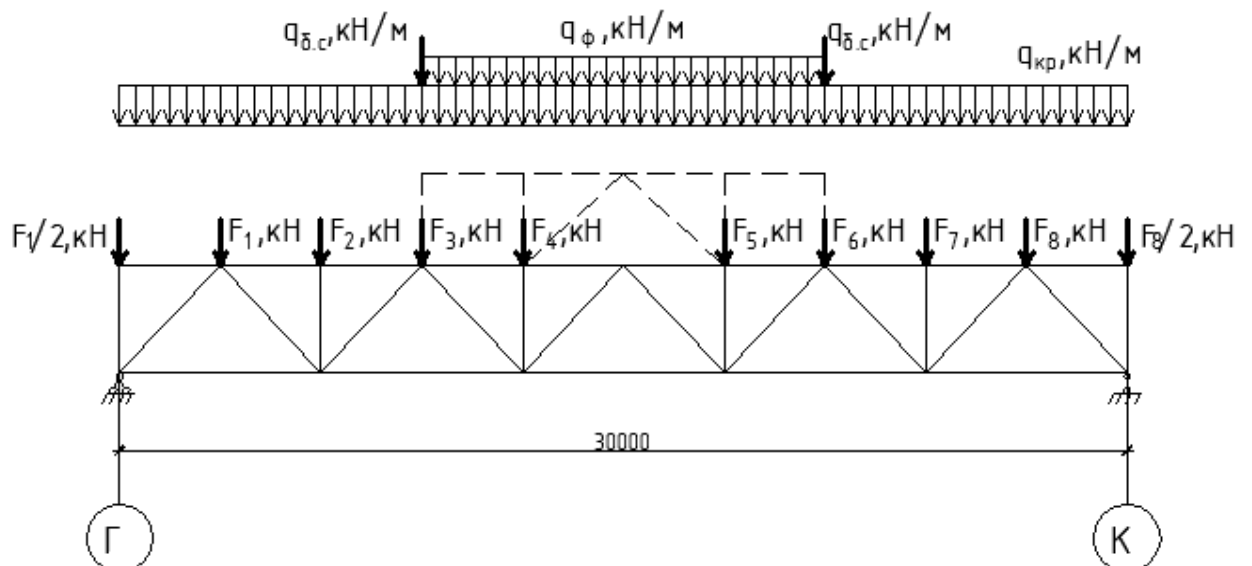


Рисунок 2.2 – Загружения от веса покрытия фонаря

Таблица 2.1 – Нагрузка на 1 м² покрытия

Состав покрытия	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке, γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
Полимерная ПВХ-мембрана «Sikaplan»	0,03	1,3	0,04
Утеплитель	0,21	1,2	0,25
Пленка Sarnavar 1000 E	0,02	1,3	0,03
Стальной профнастил	0,09	1,05	0,10
Прогоны	0,05	1,05	0,05
Вес конструкции фермы	0,3	1,05	0,32
Связи покрытия	0,05	1,05	0,05
Итого:	0,83	-	0,93
Каркас фонаря	0,08	1,05	0,09

Расчетная погонная нагрузка от покрытия, приходящаяся на единицу длины фермы:

$$q_{кр} = q_{покр} \cdot B_{\phi} = 0,93 \text{ кН} / \text{м}^2 \cdot 6 \text{ м} = 5,58 \text{ кН} / \text{м} \quad (2.1)$$

Узловые нагрузки от покрытия:

$$F_1 = F_2 = F_7 = F_8 = q_{кр} \cdot d_B = 5,58 \text{ кН} / \text{м} \cdot 3 \text{ м} = 16,74 \text{ кН} \quad (2.2)$$

Массу фонаря учитываем в местах опирания фонаря на ферму по факту. Масса бортовой стенки фонаря и остекления на единицу длины стенки $q_{\delta.c} = 2,0 \text{ кН} / \text{м}$.

Сосредоточенные нагрузки в местах опирания фонаря:

$$F_3 = F_6 = q_{покр} \cdot B_{\phi} \cdot d_B + (q_{\phi} \cdot 0,5d_B + q_{\delta.c}) \cdot B_{\phi} = 0,93 \text{ кН} / \text{м}^2 \cdot 6 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} + (0,09 \text{ кН} / \text{м}^2 \cdot 0,5 \cdot 3 \text{ м} + 2,0 \text{ кН} / \text{м}) \cdot 6 \text{ м} = 29,55 \text{ кН} \quad (2.3)$$

$$F_4 = F_5 = q_{покр} \cdot (0,5d + d) \cdot B_{\phi} + q_{\phi} \cdot B_{\phi} \cdot (0,5d + d) = 0,93 \text{ кН} / \text{м}^2 \cdot (0,5 \cdot 3 \text{ м} + 3 \text{ м}) \cdot 6 \text{ м} + 0,09 \text{ кН} / \text{м}^2 \cdot (0,5 \cdot 3 \text{ м} + 3 \text{ м}) \cdot 6 \text{ м} = 27,54 \text{ кН}$$

Нагрузка от снега:

Нормативная снеговая нагрузка на один квадратный метр горизонтальной проекции кровли:

$$S_0 = \mu \cdot S_g = 1 \cdot 1,0 = \mu \cdot 1,5 \quad (2.3)$$

где $S_g = 1,5$ кПа для III района ([12], таблица 10.1).

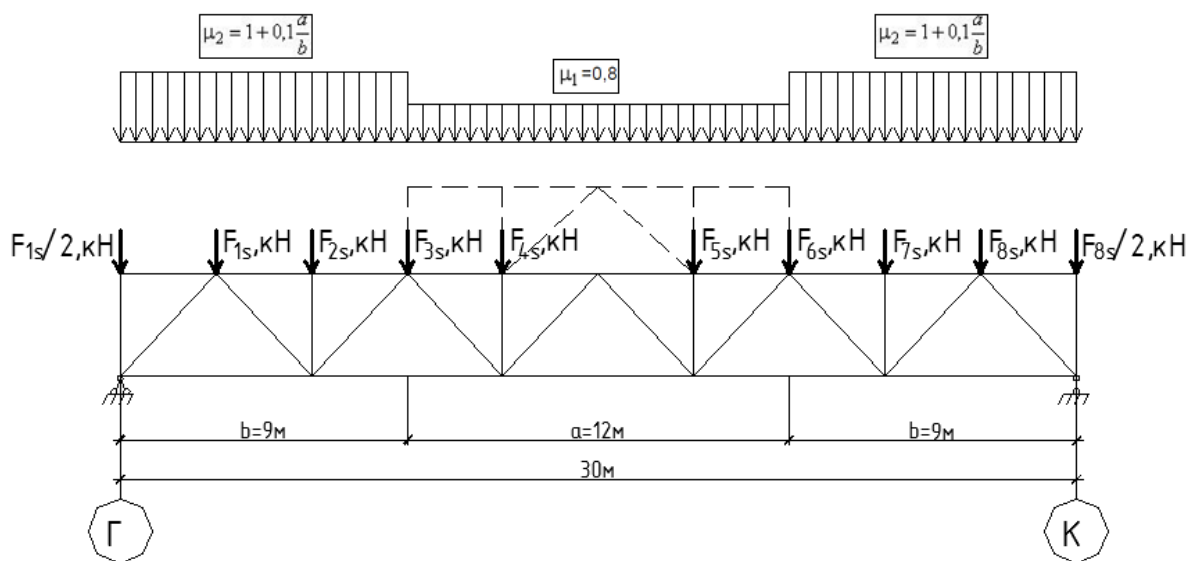


Рисунок 2.3 – Схема снеговой нагрузки – вариант 1 для зоны С

Определяем коэффициенты μ по формулам Б.2 [12]:

$$\mu_1 = 0,8; \quad \mu_2 = 1 + 0,1 \frac{a}{b} = 1 + 0,1 \frac{12}{9} = 1,13,$$

где расстояния $a = 12\text{м}$, $b = 9\text{м}$ смотри рисунок 2.3.

Сосредоточенную снеговую нагрузку определяем по формуле:

$$F_s = S_0 \cdot B_\phi \cdot d_B \cdot \gamma_f \quad (2.4)$$

где $\gamma_f = 1,4$ - коэффициент надежности по снеговой нагрузке.

$$F_{1s} = F_{2s} = F_{7s} = F_{8s} = 1,13 \cdot 1,5 \text{кН} / \text{м}^2 \cdot 6\text{м} \cdot 3\text{м} \cdot 1,4 = 42,71 \text{кН}$$

$$F_{3s} = F_{6s} = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} B_\phi \cdot d_B \cdot \gamma_f = \frac{0,8 + 1,13}{2} \cdot 1,5 \text{кН} / \text{м}^2 \cdot 6\text{м} \cdot 3\text{м} \cdot 1,4 = 36,48 \text{кН}$$

$$F_{4s} = F_{5s} = 0,8 \cdot 1,5 \text{кН} / \text{м}^2 \cdot 6\text{м} \cdot (3\text{м} + 0,5 \cdot 3\text{м}) \cdot 1,4 = 45,36 \text{кН}$$

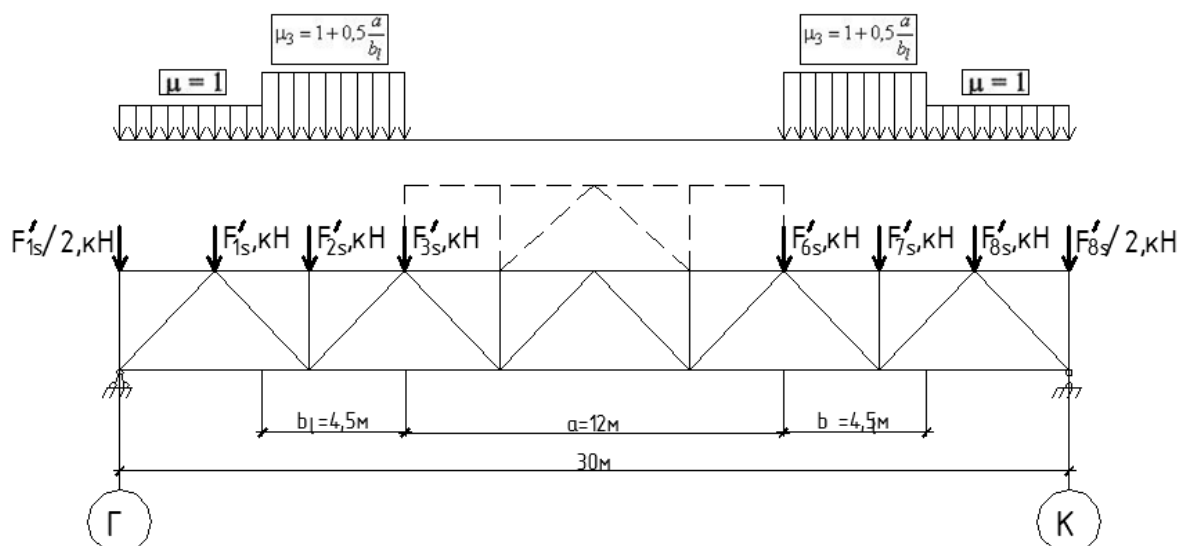


Рисунок 2.4 – Схема снеговой нагрузки – вариант 2 схема С

Определяем коэффициенты μ по формулам Б.2 [12]:

$$\mu_3 = 1 + 0,5 \frac{a}{b_1} = 1 + 0,5 \frac{12}{4,5} = 2,33 ,$$

где расстояния $a = 12\text{ м}$, $b_1 = 4,5\text{ м}$ смотри рисунок 2.4.

Сосредоточенную снеговую нагрузку определяем по формуле (2.4):

$$F'_{1s} = F'_{8s} = 1,0 \cdot 1,5\text{ кН} / \text{м}^2 \cdot 6\text{ м} \cdot 3\text{ м} \cdot 1,4 = 37,8\text{ кН}$$

$$F'_{2s} = F'_{7s} = 2,33 \cdot 1,5\text{ кН} / \text{м}^2 \cdot 6\text{ м} \cdot 3\text{ м} \cdot 1,4 = 88,07\text{ кН}$$

$$F'_{3s} = F'_{6s} = 2,33 \cdot 1,5\text{ кН} / \text{м}^2 \cdot 6\text{ м} \cdot (3\text{ м} / 2) \cdot 1,4 = 44,04\text{ кН} .$$

2.1.3 Определение расчетных усилий в стержнях фермы

Усилия в стержнях фермы рассчитываем отдельно для каждой нагрузки используя построение диаграммы Максвелла-Кремоны (см. рисунки 2.5 и 2.6). Максимальные усилия от снеговой нагрузки получаются при первом варианте (за исключением стоек в местах снеговых мешков), поэтому диаграмму строим для него. По второму варианту определяем лишь максимальные усилия в стойках, которые равны узловым нагрузкам.

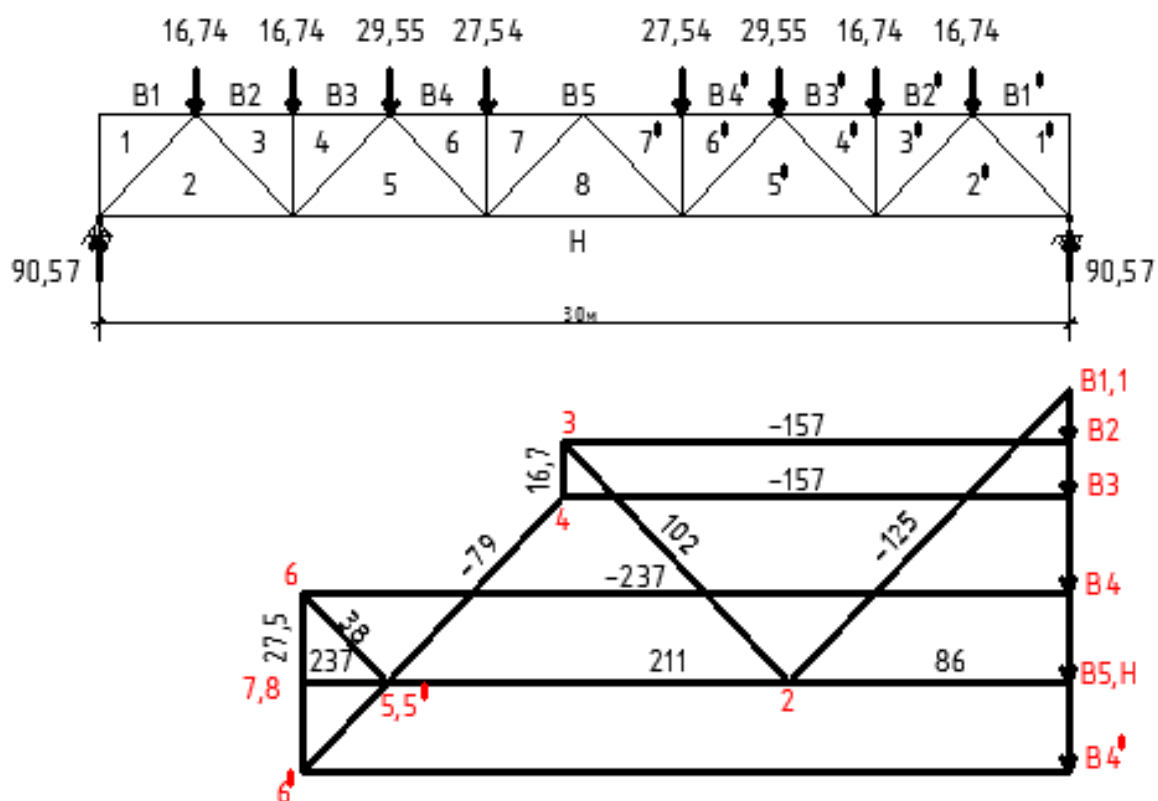


Рисунок 2.5 – Расчетная схема и диаграмма усилий от постоянной нагрузки

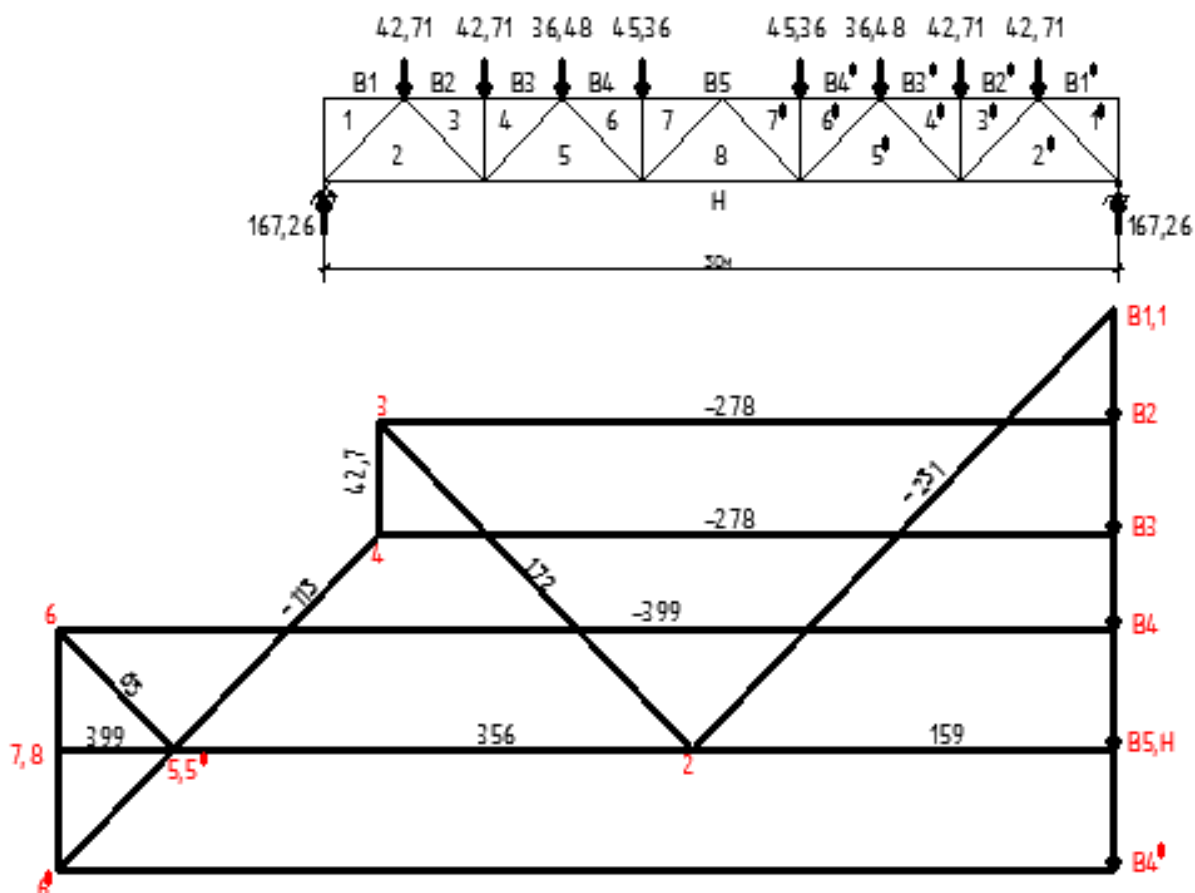


Рисунок 2.6 – Расчетная схема и диаграмма усилий от снеговой нагрузки при первом варианте

Таблица 2.2 – Усилия в стержнях фермы

Наименование стержня	Марка стержня	Усилия в стержнях от		Усилие от наиболее неблагоприятного сочетания, кН
		Постоянной нагрузки, кН	Снеговой нагрузки, кН	
Верхний пояс	В1	0	0	0
	В2	-157	-278	-435
	В3	-157	-278	-435
	В4	-237	-399	-636
	В5	-237	-399	-636
Нижний пояс	Н1	86	159	245
	Н2	211	356	567
	Н3	237	399	636
Раскосы	Р1	-125	-231	-356
	Р2	102	172	274
	Р3	-79	-113	-192
	Р4	38	63	101
	Р5	0	0	0
Стойки	С1	-16,7	-88,07	-105
	С2	-27,5	-45,36	-73
	С3	0	0	0

2.1.4 Подбор сечений стержней фермы

Ферма выполнена из стали марки С245. $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$. Толщина фасонки $t_\phi = 10 \text{ мм}$.

Панель В2, панель В3:

Усилие в стержне $N = -435 \text{ кН}$; расчетные длины $l_x = 300 \text{ см}$, $l_y = 300 \text{ см}$; $\gamma_c = 1$ ([13], таблица 1, примечание 5). $\lambda = 70 \rightarrow \phi = 0,754$.

Требуемое значение площади сечения определяется по формуле (2.6):

$$A_{mp} = \frac{N}{\phi R_y \gamma_c} \quad (2.6)$$

$$A_{mp} = \frac{435 \text{ кН}}{0,754 \cdot 24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1} = 24,03 \text{ см}^2$$

Требуемые значения радиусов инерции сечения определяются по формуле (2.7):

$$i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda}, \quad i_y^{mp} = \frac{l_y}{\lambda} \quad (2.7)$$

$$i_x^{mp} = i_y^{mp} = \frac{300}{70} = 4,3 \text{ см}$$

Подбираем сечение из двух уголков 125x80x8, составленными широкими полками вместе: $A_\phi = 16 \cdot 2 = 32 \text{ см}^2$, $i_x^\phi = 4 \text{ см}$, $i_y^\phi = 3,27 \text{ см}$.

Проверяем устойчивость подобранного стержня по формуле (2.8):

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} \leq R_y \gamma_c \quad (2.8)$$

Определяем гибкость: $\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4} = 75$, $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{3,27} = 91,7$,

$$\lambda_{\max} = 91,7 < \lambda_{np} = 120 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,6$$

Проведем проверку выбранного сечения стержня:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{435 \text{ кН}}{0,6 \cdot 32 \text{ см}^2} = 22,7 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Панель В4, панель В5:

Усилие в стержне $N = -636 \text{ кН}$; расчетные длины $l_x = 300 \text{ см}$, $l_y = 300 \text{ см}$; $\gamma_c = 1$ ([13], таблица 1, примечание 5). $\lambda = 70 \rightarrow \varphi = 0,754$.

$$A_{mp} = \frac{636 \text{ кН}}{0,754 \cdot 24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1} = 35,14 \text{ см}^2, \quad i_x^{mp} = i_y^{mp} = \frac{300}{70} = 4,3 \text{ см}$$

Подбираем сечение из двух уголков 140x90x10, составленными широкими полками вместе: $A_\phi = 25,3 \cdot 2 = 44,4 \text{ см}^2$, $i_x^\phi = 4,47 \text{ см}$, $i_y^\phi = 3,67 \text{ см}$.

Определяем гибкость: $\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4,47} = 67,1$, $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{3,67} = 81,7 < \lambda_{np} = 120$

$$\rightarrow \varphi_{\min} = 0,673.$$

Проводим проверку подобранного сечения:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{636 \text{ кН}}{0,673 \cdot 44,4 \text{ см}^2} = 21,3 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Раскос Р1:

$N = -356 \text{ кН}$, $l_x = 418 \text{ см}$, $l_y = 418 \text{ см}$, $\gamma_c = 1$, $\lambda = 80 \rightarrow \varphi = 0,686$.

$$A_{mp} = \frac{356 \text{ кН}}{0,686 \cdot 24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1} = 21,62 \text{ см}^2, \quad i_x^{mp} = i_y^{mp} = \frac{418}{80} = 5,23 \text{ см}.$$

Выбираем сечение из двух уголков 140x90x8, составленными широкими полками вместе: $A_\phi = 18,0 \cdot 2 = 36,0 \text{ см}^2$, $i_x^\phi = 4,49 \text{ см}$, $i_y^\phi = 3,61 \text{ см}$.

Определяем гибкость: $\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{418}{4,49} = 93$, $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{418}{3,61} = 115,8 < \lambda_{np} = 120 \rightarrow$

$\varphi_{\min} = 0,444$.

Проводим проверку подобранного сечения:

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{356 \text{ кН}}{0,444 \cdot 36 \text{ см}^2} = 22,3 < R_y \gamma_c = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Раскос Р3:

$N = -192 \text{ кН}$; расчетные длины $l_x = 0,8 \cdot l_0$, $l_y = l_0$; $\gamma_c = 0,8$ ([13], таблица 1, п. 4), $\lambda = 90 \rightarrow \varphi = 0,612$.

$$A_{mp} = \frac{192}{0,612 \cdot 24 \cdot 0,8} = 16,3 \text{ см}^2, \quad i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{0,8 \cdot 435}{90} = 3,87 \text{ см}, \quad i_y^{mp} = \frac{435}{90} = 4,83 \text{ см}$$

Подбираем сечение из двух уголков 100x7:

$$A_\phi = 13,8 \cdot 2 = 27,6 \text{ см}^2, \quad i_x^\phi = 3,08 \text{ см}, \quad i_y^\phi = 4,45 \text{ см}.$$

Проверка: $\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 435}{3,08} = 113$; $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{435}{4,45} = 97,8$.

$\lambda_{\max} = 113 < \lambda_{np} = 150 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,46$.

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{192}{0,46 \cdot 27,6} = 15,12 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ кН/см}^2.$$

Стойка С1:

$N = -105 \text{ кН}$, геометрическая длина $l_0 = 315 \text{ см}$, $l_x = 0,8 \cdot l_0$, $l_y = l_0$, $\gamma_c = 0,8$.
 $\lambda = 90 \rightarrow \varphi = 0,612$.

$$A_{mp} = \frac{105}{0,612 \cdot 24 \cdot 0,8} = 8,94 \text{ см}^2, \quad i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{0,8 \cdot 315}{90} = 2,8 \text{ см}, \quad i_y^{mp} = \frac{315}{90} = 3,5 \text{ см}$$

Подбираем сечение из двух уголков 70x5:

$$A_{\phi} = 6,86 \cdot 2 = 13,72 \text{ см}^2, \quad i_x^{\phi} = 2,16 \text{ см}, \quad i_y^{\phi} = 3,23 \text{ см}.$$

$$\text{Проверка:} \quad \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 315}{2,16} = 117; \quad \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{315}{3,23} = 97,5,$$

$$\lambda_{\max} = 117 < \lambda_{np} = 150 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,437;$$

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{105}{0,437 \cdot 13,72} = 17,51 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ кН/см}^2.$$

Стойка С2:

$N = -73$ кН, геометрическая длина $l_0 = 315$ см, $l_x = 0,8 \cdot l_0$, $l_y = l_0$, $\gamma_c = 0,8$. $\lambda = 90 \rightarrow \varphi = 0,612$.

$$A_{mp} = \frac{73}{0,612 \cdot 24 \cdot 0,8} = 6,21 \text{ см}^2, \quad i_x^{mp} = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{0,8 \cdot 315}{90} = 2,8 \text{ см}, \quad i_y^{mp} = \frac{315}{90} = 3,5 \text{ см}$$

Подбираем сечение из двух уголков 70х5: $A_{\phi} = 6,86 \cdot 2 = 13,72 \text{ см}^2$, $i_x^{\phi} = 2,16 \text{ см}$, $i_y^{\phi} = 3,23 \text{ см}$.

$$\text{Проверка:} \quad \lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{0,8 \cdot 315}{2,16} = 117; \quad \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{315}{3,23} = 97,5,$$

$$\lambda_{\max} = 117 < \lambda_{np} = 150 \rightarrow \varphi_{\min} = 0,437;$$

$$\frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{73}{0,437 \cdot 13,72} = 12,18 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,8 = 19,2 \text{ кН/см}^2.$$

Панель Н1:

$N = 245$ кН, $\gamma_c = 1$ ([13], таблица 1, примечание 5).

$$A_{mp} = \frac{245 \text{ кН}}{24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1} = 10,2 \text{ см}^2.$$

Подбираем сечение из двух уголков 70х5: $A_{\phi} = 6,86 \cdot 2 = 13,72 \text{ см}^2$.

$$\text{Проверка:} \quad \frac{N}{A} = \frac{245}{13,72} = 17,6 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Панель Н3:

$N = 636$ кН, $\gamma_c = 1$ ([13], таблица 1, примечание 5).

$$A_{mp} = \frac{636 \text{ кН}}{24 \text{ кН/см}^2 \cdot 1} = 26,5 \text{ см}^2.$$

Подбираем сечение из двух уголков 100х10: $A_{\phi} = 19,2 \cdot 2 = 38,4 \text{ см}^2$,
 $i_y^{\phi} = 4,52 \text{ см}$.

$$\text{Проверка на прочность: } \frac{N}{A} = \frac{636}{38,4} = 16,6 \text{ кН / см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \text{ кН / см}^2.$$

$$\text{Проверка гибкости: } \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{1800}{4,52} = 398 < \lambda_{np} = 400.$$

Раскос Р2: $N = 274 \text{ кН}$, $\gamma_c = 1$ ([13], таблица 1, примечание 5).

$$A_{mp} = \frac{274 \text{ кН}}{24 \text{ кН / см}^2 \cdot 1} = 11,4 \text{ см}^2.$$

Подбираем сечение из двух уголков 70х5: $A_{\phi} = 6,86 \cdot 2 = 13,72 \text{ см}^2$.

$$\text{Проверка: } \frac{N}{A} = \frac{274}{13,72} = 20 \text{ кН / см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \text{ кН / см}^2.$$

Раскос Р4: $N = 101 \text{ кН}$, $\gamma_c = 1$ ([13], таблица 1, примечание 5).

$$A_{mp} = \frac{101 \text{ кН}}{24 \text{ кН / см}^2 \cdot 1} = 4,2 \text{ см}^2.$$

Подбираем сечение из двух уголков 50х5: $A_{\phi} = 4,8 \cdot 2 = 9,6 \text{ см}^2$.

$$\text{Проверка: } \frac{N}{A} = \frac{101}{9,6} = 10,5 \text{ кН / см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \text{ кН / см}^2.$$

Раскос Р5:

$N = 0 \text{ кН}$, геометрическая длина $l_0 = 435 \text{ см}$, $l_x = 0,8 \cdot l_0$, $l_y = l_0$

$$i_x^{mp} = \frac{l_{\max}}{\lambda_{np}} = \frac{435}{150} = 2,45 \text{ см}$$

Подбираем сечение из двух уголков 80х6: $i_x^f = 2,47 \text{ см}$.

Стойка С3:

$N = 0 \text{ кН}$, геометрическая длина $l_0 = 315 \text{ см}$, $l_x = 0,8 \cdot l_0$, $l_y = l_0$

$$i_x^{mp} = \frac{l_{\max}}{\lambda_{np}} = \frac{315}{150} = 2,1 \text{ см}$$

Подбираем стержень крестового сечения из двух уголков 70х5:

$$i_x^f = 2,16 \text{ см}.$$

Таблица 2.3 – Подбор сечений стержней фермы

$R_y = 24 \text{ кН/см}^2, t_\phi = 10 \text{ мм}$														
Наименование стержня	Обозначение	Расчетное усилие, кН	Сечение	Площадь	Расчетная длина		Радиус инерции		Гибкость			φ_{\min}	γ_c	Напряжение, кН/см ²
				см ²	$l_x, \text{ см}$	$l_y, \text{ см}$	$i_x, \text{ см}$	$i_y, \text{ см}$	λ_x	λ_y	λ_{np}			
	B3	-435	2L 125x80 x8	32,0	300	300	4,0	3,17	75	91,7	120	0,558	1	22,7
	B5	-636	2L 140x90 x10	44,4	300	300	4,47	3,67	67,1	81,7	120	0,673	1	21,3
	H1	+245	2L 70x5	13,72	-	-	-	-	-	-	-	-	1	17,6
	H3	+636	2L 100x10	38,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16,6
	P1	-356	2L 140x90 x8	36,0	418	418	4,49	3,69	93	115,8	120	0,444	1	22,3
	P2	+274	2L 70x5	13,72	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20,0
	P3	-192	2L 100x7	27,6	348	435	3,08	4,45	113	97,8	150	0,46	0,8	15,12
	P4	+101	2L 50x5	9,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10,5
	P5	-0	2L 80x6	18,76	348	435	2,47	-	150	-	150	-	0,8	-
	C1	-105	2L 70x5	13,72	252	315	2,16	3,23	117	97,5	150	0,437	0,8	17,51
	C2	-73	2L 70x5	13,72	252	315	2,16	3,23	117	97,5	150	0,437	0,8	12,18
	C3	-0	2L 70x5	13,72	252	315	2,16	-	150	-	150	-	0,8	-

2.1.5 Расчет и конструирование узлов фермы

По условию среза металла шва длина сварного шва по обушку определяется по формуле (2.9):

$$l_{об} = \frac{N_{об}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^{об} \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} \quad (2.9)$$

По условию среза металла по границе сплавления длина сварного шва по обушку определяется по формуле (2.10):

$$l_{об} = \frac{N_{об}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^{об} \cdot R_{wz}} + 1 \text{ см} \quad (2.10)$$

Длина сварного шва по перу соответственно определяется по формулам (2.11), (2.12).

$$l_{п} = \frac{N_{п}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f^{п} \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} \quad (2.11)$$

$$l_{п} = \frac{N_{п}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f^{п} \cdot R_{wz}} + 1 \text{ см} \quad (2.12)$$

где $N_{об}$ – расчетное продольное усилие по обушку уголка, $N_{об} = N \cdot \alpha_{об}$;

$N_{п}$ – расчетное продольное усилие по перу уголка, $N_{п} = N \cdot \alpha_{п}$;

$\alpha_{об}$ – коэффициент распределения продольного усилия для обушка;

$\alpha_{п}$ – коэффициент распределения продольного усилия для пера;

R_{wf} – расчетное сопротивление сдвигу (срезу) металла шва, $R_{wf} = 18,0 \text{ кН/см}^2$ ([13], таблица Г.2);

R_{wz} – расчетное сопротивление срезу металла границы сплавления, принимаем $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 37,0 = 16,65 \text{ кН/см}^2$.

$R_{un} = 37,0 \text{ кН/см}^2$ ([13], таблица В.6).

Минимальная длина сварного шва 5 мм.

Катет шва по обушку пояса из условия среза металла шва определяется по формуле (2.13):

$$k_f^{об} = \frac{\Delta N_{об}}{2 \cdot \beta_f \cdot (l-1) \cdot R_{wf}} \quad (2.13)$$

Катет шва по обушку пояса из условия среза металла по границе сплавления определяется по формуле (2.14):

$$k_f^{об} = \frac{\Delta N_{об}}{2 \cdot \beta_z \cdot (l-1) \cdot R_{wz}} \quad (2.14)$$

Катет шва по перу пояса из условия среза металла шва определяется по формуле (2.15):

$$k_f^{\Pi} = \frac{\Delta N_{\Pi}}{2 \cdot \beta_f \cdot (l-1) \cdot R_{wf}} \quad (2.15)$$

Катет шва по перу пояса из условия среза металла по границе сплавления определяется по формуле (2.16):

$$k_f^{\Pi} = \frac{\Delta N_{\Pi}}{2 \cdot \beta_z \cdot (l-1) \cdot R_{wz}} \quad (2.16)$$

где l - длина пластины, см.

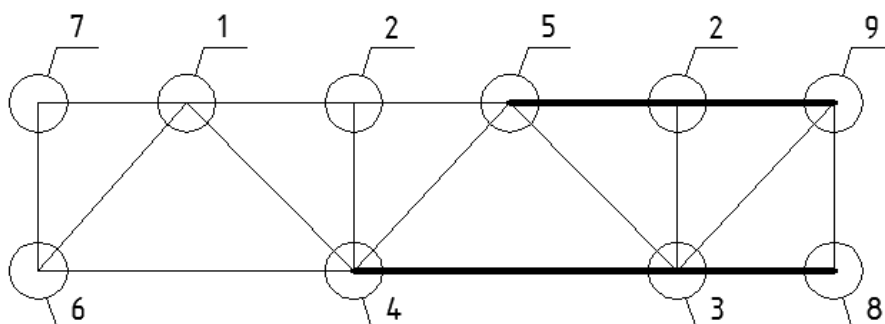


Рисунок 2.7 – Схема узлов полуфермы

Узел 1:

Швы раскоса P_1 :

$$k_f^{об} = 8 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{об})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{об})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

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

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{oo})' &= \frac{\alpha_{oo} N_{P1}}{2\beta_f k_f^{oo} R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,68 \cdot 356}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 13,4 \text{см} \\ (l_w^{oo})'' &= \frac{\alpha_{oo} N_{P1}}{2\beta_z k_f^{oo} R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,68 \cdot 356}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 10,4 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{oo} = 13 \text{см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{P1}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,32 \cdot 356}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 7 \text{см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{P1}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,32 \cdot 356}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 5,3 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 7 \text{см}$$

Швы раскоса P₂:

$$k_f^{oo} = 8 \text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{oo})_{\min} &= 5 \text{мм} \\ (k_f^{oo})_{\max} &= 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 4 \text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5 \text{мм} \\ (k_f^n)_{\max} &= 4 \text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{oo})' &= \frac{\alpha_{oo} N_{P2}}{2\beta_f k_f^{oo} R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 274}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 11 \text{см} \\ (l_w^{oo})'' &= \frac{\alpha_{oo} N_{P2}}{2\beta_z k_f^{oo} R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 274}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 8,2 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{oo} = 11 \text{см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{P2}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 274}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 8 \text{см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{P2}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 274}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 5 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 8 \text{см}$$

Швы, фиксирующие пояс к узловой фасонке:

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f^{oo})' &= \frac{\alpha_{oo} N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{0,7 \cdot 435}{2 \cdot (50,5 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,3 \text{см} \\ (k_f^{oo})'' &= \frac{\alpha_n N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot 435}{2 \cdot (50,5 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,2 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^{oo} = 5 \text{мм}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f^n)' &= \frac{\alpha_n N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{0,3 \cdot 435}{2 \cdot (50,5 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,1 \text{см} \\ (k_f^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{B2}}{2(l_\phi - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{0,3 \cdot 435}{2 \cdot (50,5 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,1 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f^n = 5 \text{мм}$$

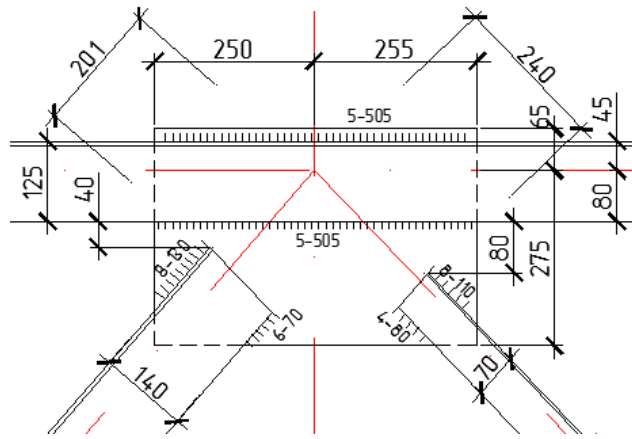


Рисунок 2.8 – Узел 1

Узел 2:

Швы стойки C_1 :

$$k_f^{oo} = 6 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{oo})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{oo})_{\max} = 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 4 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = 4 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{oo})' = \frac{\alpha_{oo} N_{C1}}{2\beta_f k_f^{oo} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 105}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 5 \text{ см} \\ (l_w^{oo})'' = \frac{\alpha_{oo} N_{C1}}{2\beta_z k_f^{oo} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 105}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 4 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{oo} = 5 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{C1}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 105}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 4 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{C1}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 105}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 3 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = l_w^{\min} = 5 \text{ см}$$

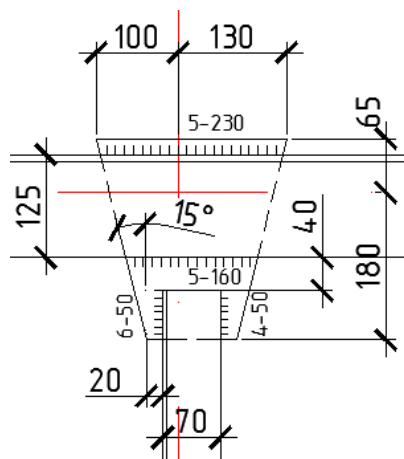


Рисунок 2.9 – Узел 2 для стойки C_1

ШВЫ СТОЙКИ С₂:

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{oo})' &= \frac{\alpha_{oo} N_{C2}}{2\beta_f k_f^{oo} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 73}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 4 \text{ см} \\ (l_w^{oo})'' &= \frac{\alpha_{oo} N_{C2}}{2\beta_z k_f^{oo} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 73}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 3 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{oo} = l_w^{\min} = 5 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{C1}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 73}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 3 \text{ см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{C1}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 73}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 2 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = l_w^{\min} = 5 \text{ см}$$

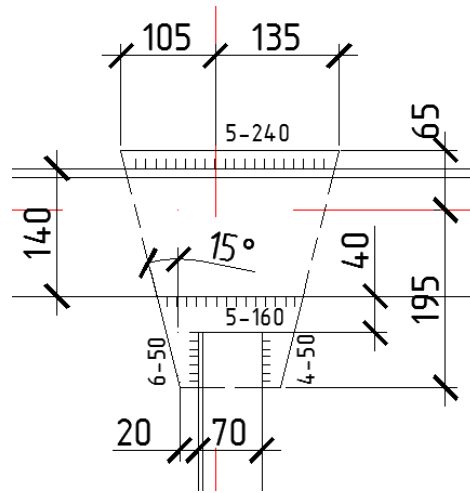


Рисунок 2.10 – Узел 2 для стойки С₂

Узел 3:

Швы раскоса Р₄:

$$k_f^{oo} = 6 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{oo})_{\min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^{oo})_{\max} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 4 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} &= 4 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{oo})' &= \frac{\alpha_{oo} N_{P4}}{2\beta_f k_f^{oo} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 101}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 7 \text{ см} \\ (l_w^{oo})'' &= \frac{\alpha_{oo} N_{P4}}{2\beta_z k_f^{oo} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 101}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 5 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{oo} = 7 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{P4}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 101}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 4 \text{ см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{P4}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 101}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 3 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 4 \text{ см}$$

Швы раскоса Р5:

$$k_f^{oo} = 6 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{oo})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{oo})_{\max} = 1,2 \cdot t_\phi = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 4 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 6 - 2 = 4 \text{ мм} \end{cases}$$

$$l_w^{oo} = 4 \text{ см}, \quad l_w^n = 4 \text{ см}.$$

Швы, фиксирующие пояс к узловой фасонке:

$$\begin{cases} (k_f^{oo})' = \frac{\alpha_{oo}(N_{H3} - N_{H2})}{2(l_\phi - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{0,7 \cdot (636 - 567)}{2 \cdot (40 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,05 \text{ см} \\ (k_f^{oo})'' = \frac{\alpha_n(N_{H3} - N_{H2})}{2(l_\phi - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot (636 - 567)}{2 \cdot (40 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,04 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow k_f^{oo} = 5 \text{ мм}$$

$$\begin{cases} (k_f^n)' = \frac{\alpha_n(N_{H3} - N_{H2})}{2(l_\phi - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{0,3 \cdot (636 - 567)}{2 \cdot (40 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,02 \text{ см} \\ (k_w^n)'' = \frac{\alpha_n(N_{H3} - N_{H2})}{2(l_\phi - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{0,3 \cdot (636 - 567)}{2 \cdot (40 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,01 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow k_f^n = 5 \text{ мм}$$

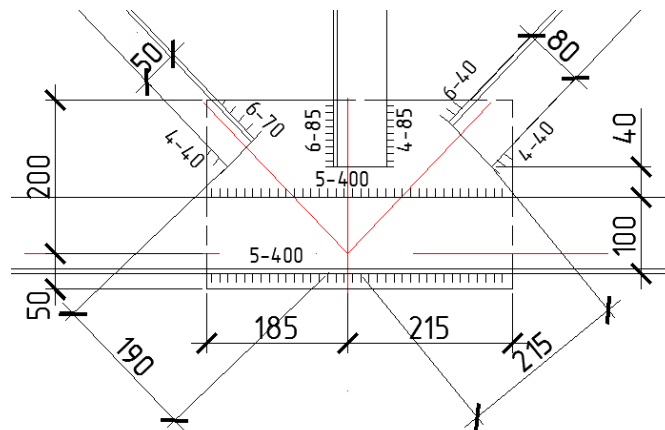


Рисунок 2.11 – Узел 3

Узел 4:

Швы накладки:

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

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

Проверка на прочность узла с измененным сечением производится по формуле (2.17):

$$\sigma_{\text{усл}}^{1-1} = \frac{1,2 \cdot N_{H1}}{t_{\phi} \cdot 2 \cdot b_L + 2 \cdot t_H \cdot b_H} \leq R_y \cdot \gamma_C \quad (2.17)$$

$$\sigma_{\text{усл}}^{1-1} = \frac{1,2 \cdot 245}{2(10 \cdot 1,2 + 1,0 \cdot 10)} = 6,7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 24 \cdot 1 = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \Rightarrow \text{условное сечение 1-1}$$

гарантирует нормальную работу.

$$N_{\text{гн}} = \sigma_{\text{усл}}^{1-1} \cdot A_H = 6,2 \cdot 10 \cdot 1,0 = 62 \text{кН}$$

Определим длину шва по накладке:

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

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\text{ГН}})' &= \frac{N_{\text{ГН}}}{2\beta_f k_f R_{\text{wf}}} + 1 \text{см} = \frac{62}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 4 \text{см} \\ (l_w^{\text{ГН}})'' &= \frac{N_{\text{ГН}}}{2\beta_z k_f R_{\text{wz}}} + 1 \text{см} = \frac{62}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 3 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\text{ГН}} = 4 \text{см}$$

Швы фасонки, ширина для левых уголков:

$$N_{\text{фас}} = 170 \text{кН} \left\{ \begin{aligned} N_{\text{фас}} &= \frac{1,2 N_{H1}}{2} = \frac{1,2 \cdot 245}{2} = 147 \text{кН} \\ N_{\text{фас}} &= 1,2 \cdot N_{H1} - 2 \cdot N_{\text{ГН}} = 1,2 \cdot 245 - 2 \cdot 62 = 170 \text{кН} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^{\text{оо}} = 6 \text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{\text{оо}})_{\text{min}} &= 5 \text{мм} \\ (k_f^{\text{оо}})_{\text{max}} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 4 \text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\text{min}} &= 5 \text{мм} \\ (k_f^n)_{\text{max}} &= 4 \text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\text{оо}})' &= \frac{\alpha_{\text{оо}} N_{\text{фас}}}{2\beta_f k_f^{\text{оо}} R_{\text{wf}}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 170}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 9 \text{см} \\ (l_w^{\text{оо}})'' &= \frac{\alpha_{\text{оо}} N_{\text{фас}}}{2\beta_z k_f^{\text{оо}} R_{\text{wz}}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 170}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 7 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\text{оо}} = 9 \text{см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{\text{фас}}}{2\beta_f k_f^n R_{\text{wf}}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 170}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 6 \text{см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{\text{фас}}}{2\beta_z k_f^n R_{\text{wz}}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 170}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 5 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 6 \text{см}$$

Швы фасонки, ширина для правых уголков:

$$N_{\phi ac} = 556,4 \text{ кН} \begin{cases} N_{\phi ac} = \frac{1,2 N_{H2}}{2} = \frac{1,2 \cdot 567}{2} = 340,2 \text{ кН} \\ N_{\phi ac} = 1,2 \cdot N_{H2} - 2 \cdot N_{\Gamma H} = 1,2 \cdot 567 - 2 \cdot 62 = 556,4 \text{ кН} \end{cases}$$

$$k_f^{o\phi} = 8 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\phi})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 120 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 5 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 7 - 2 = 5 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (l_w^{o\phi})' = \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi ac}}{2 \beta_f k_f^{o\phi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 556,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 20 \text{ см} \\ (l_w^{o\phi})'' = \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi ac}}{2 \beta_z k_f^{o\phi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,68 \cdot 556,4}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 15 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^{o\phi} = l_w^{\min} = 30 \text{ см}$$

$$\begin{cases} (l_w^n)' = \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2 \beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 556,4}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18,0} + 1 = 15 \text{ см} \\ (l_w^n)'' = \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2 \beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,32 \cdot 556,4}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 12 \text{ см} \end{cases} \Rightarrow l_w^n = l_w^{\min} = 30 \text{ см}$$

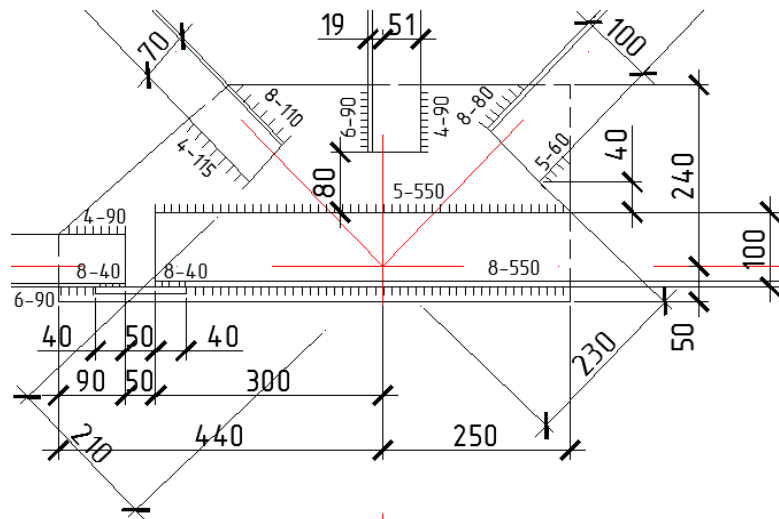


Рисунок 2.12 – Узел 4

Швы раскоса P₃:

$$k_f^{o\phi} = 8 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^{o\phi})_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} = 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{cases}$$

$$k_f^n = 5 \text{ мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\max} = t_L - 2 = 7 - 2 = 5 \text{ мм} \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{P3}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 192}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 8 \text{ см} \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{P3}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 192}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 6 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\delta} = 8 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{P3}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 192}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18,0} + 1 = 6 \text{ см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{P2}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 192}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 4,5 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 6 \text{ см}$$

Узел 5:

Швы накладки:

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

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

Проверка на прочность узла с изменением сечения:

$$\sigma_{y_{\text{сч}}}^{1-1} = \frac{1,2 \cdot N_{B3}}{2 \cdot t_H \cdot b_{\text{ш}} + t_{\phi} \cdot 2 \cdot b'_{y_2}} = \frac{1,2 \cdot 435}{2 \cdot 10 \cdot 10 + 1,2 \cdot 2 \cdot 10,0} = 20 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$N_{\text{ш}} = \sigma_{y_{\text{сч}}}^{1-1} \cdot A_{\text{ш}} = 20 \cdot 10 \cdot 10 = 200 \text{ кН}$$

Определим длину шва по накладке:

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

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\Gamma H})' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_f k_f^{\Gamma H} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{200}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 11 \text{ см} \\ (l_w^{\Gamma H})'' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_z k_f^{\Gamma H} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{200}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 9 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\Gamma H} = 10 \text{ см}$$

Швы фасонки, ширина для левых уголков:

$$N_{\text{фас}} = 261 \text{ кН} \left\{ \begin{aligned} N_{\text{фас}} &= \frac{1,2 N_{B3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 435}{2} = 261 \text{ кН} \\ N_{\text{фас}} &= 1,2 \cdot N_{B3} - 2 \cdot N_{\Gamma H} = 1,2 \cdot 435 - 2 \cdot 200 = 122 \text{ кН} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^{o\delta} = 6 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})_{\text{min}} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\delta})_{\text{max}} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 4 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\text{min}} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^n)_{\text{max}} &= 4 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

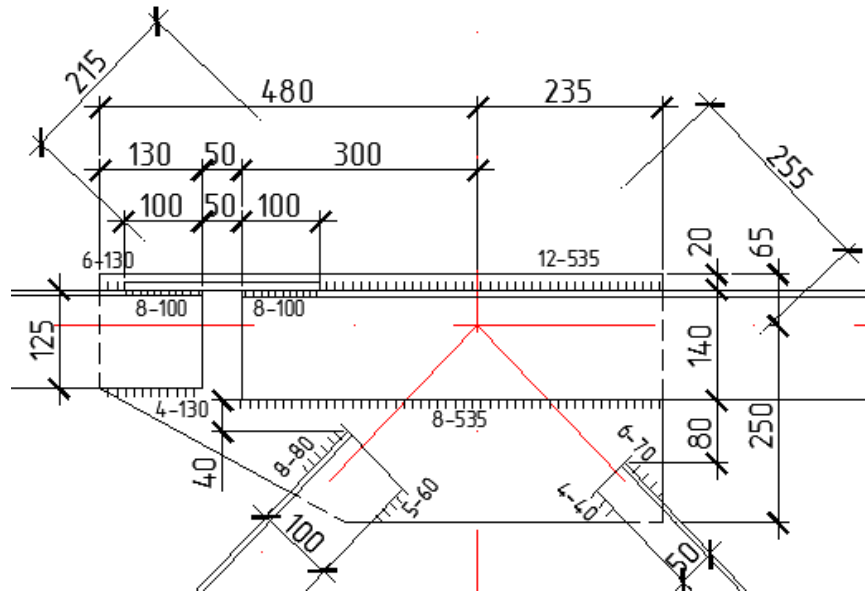


Рисунок 2.13 – Узел 5

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 261}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 13\text{см} \Rightarrow l_w^{o\delta} = 13\text{см} \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,7 \cdot 261}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 10\text{см} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 261}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 9\text{см} \Rightarrow l_w^n = 9\text{см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,3 \cdot 261}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 7\text{см} \end{aligned} \right.$$

Швы фасонки, ширина для правых уголков:

$$N_{\phi ac} = 381,6\text{кН} \left\{ \begin{aligned} N_{\phi ac} &= \frac{1,2 N_{B4}}{2} = \frac{1,2 \cdot 636}{2} = 381,6\text{кН} \\ N_{\phi ac} &= 1,2 \cdot N_{B4} - 2 \cdot N_{ГН} = 1,2 \cdot 636 - 2 \cdot 200 = 363,2\text{кН} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^{o\delta} = 12\text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})_{\min} &= 5\text{мм} \\ (k_f^{o\delta})_{\max} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12\text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 8\text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5\text{мм} \\ (k_f^n)_{\max} &= t_L - 2 = 10 - 2 = 8\text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 381,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 18,0} + 1 = 10\text{см} \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{\phi ac}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1\text{см} = \frac{0,68 \cdot 381,6}{2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 16,65} + 1 = 7\text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\delta} = l_w^{\min} = 30\text{см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{\text{фас}}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,32 \cdot 381,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 7 \text{см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{\text{фас}}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,32 \cdot 381,6}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 7 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = l_w^{\min} = 30 \text{см}$$

Узел 6:

Швы панели Н1:

$$k_f^{o\delta} = 6 \text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\delta})_{\min} &= 5 \text{мм} \\ (k_f^{o\delta})_{\max} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$k_f^n = 4 \text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^n)_{\min} &= 5 \text{мм} \\ (k_f^n)_{\max} &= 4 \text{мм} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\delta})' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{H1}}{2\beta_f k_f^{o\delta} R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 245}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 18,0} + 1 = 12 \text{см} \\ (l_w^{o\delta})'' &= \frac{\alpha_{o\delta} N_{H1}}{2\beta_z k_f^{o\delta} R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,7 \cdot 245}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 16,65} + 1 = 10 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\delta} = 12 \text{см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{H1}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 245}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 18,0} + 1 = 8 \text{см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{H1}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{0,3 \cdot 245}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 16,65} + 1 = 6,5 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 8 \text{см}$$

$$Q_{\max} = q_{\text{покр}} + q_{\text{сн}} \cdot B_{\kappa} \cdot \frac{L}{2} = 0,93 + 1,7 \cdot 6 \cdot \frac{36}{2} = 284 \text{кН}$$

Фланец размерами: $t_{\phi l} = 20 \text{мм}$, $b_{\phi l}^{mp} = \frac{Q_{\max}}{t_{\phi} \cdot R_p} = \frac{284}{2,0 \cdot 36,1} = 3,9 \text{см}$; $b_{\phi l} \geq 180 \text{мм}$,

$$b_{\phi l} = 180 \text{мм}, h_{\phi} = 390 \text{мм}.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f)' &= \frac{Q_{\max}}{2(h_{\text{фас}} - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{284}{2 \cdot (39 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,3 \text{см} \\ (k_f)'' &= \frac{Q_{\max}}{2(h_{\text{фас}} - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{284}{2 \cdot (39 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,2 \text{см} \end{aligned} \right.$$

Принимаем $k_f = 5 \text{мм}$.

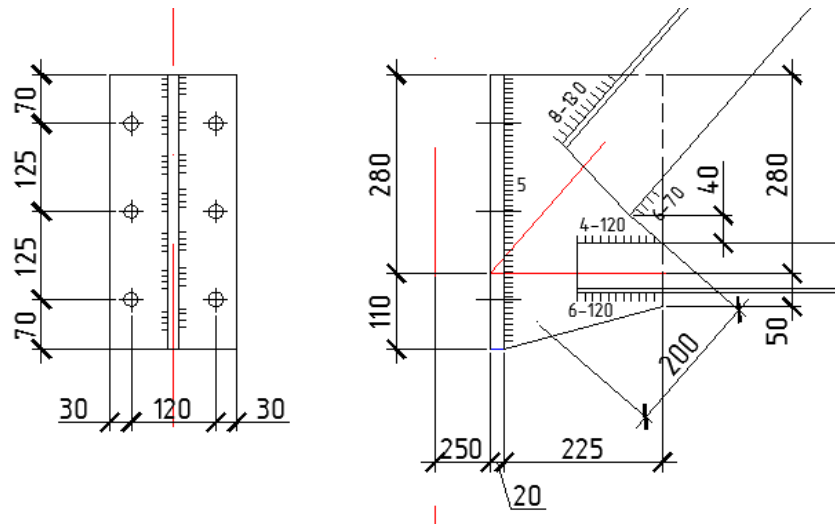


Рисунок 2.14 – Узел 6

Узел 7:

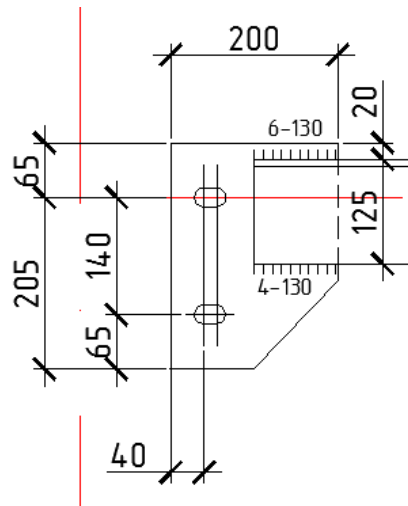


Рисунок 2.15 – Узел 7

Швы пояса В1 смотри узел 5.

Узел 8:

Швы С₃:

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

$$k_f^n = 5\text{мм} \begin{cases} (k_f^n)_{\min} = 5\text{мм} \\ (k_f^n)_{\max} = 4\text{мм} \end{cases}$$

$$l_w^{o\delta} = 8\text{см}, \quad l_w^n = 8\text{см}$$

Размеры вертикальной накладки следующие: $b_{BH}=180\text{мм}$, $t_{BH}=t_{\phi}=10\text{мм}$,
 $l_{BH}=250\text{мм}$.

Размеры горизонтальной накладки следующие: $t_{\Gamma H} \geq t_{\Upsilon H^3} = 12\text{мм}$, $b_{\Gamma H} \geq$
 $b_{\Upsilon H^3} = 100\text{мм}$.

$$\sigma_{\text{усл}}^{1-1} = \frac{1,2N_{H3}}{2t_{\text{BH}} \cdot b_{\text{BH}} + t_{\phi} 2b_{\Upsilon H^3}} = \frac{1,2 \cdot 636}{2 \cdot 1,2 \cdot 10 + 1,2 \cdot 2 \cdot 10} = 15,9 \text{кН/см}^2 \leq R_y \cdot \gamma_c = 24 \text{кН/см}^2$$

$$N_{\text{BH}} = \sigma_{\text{усл}}^{1-1} (b_{\text{BH}} \cdot t_{\text{BH}}) = 15,9 \cdot 10 \cdot 1,2 = 191 \text{кН}$$

$$K_f \approx 0,8 \cdot t_{\text{BH}} = 0,8 \cdot 12 = 10 \text{мм}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\Gamma H})' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_f k_f R_{wf}} + 1 \text{см} = \frac{191}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 18,0} + 1 = 9 \text{см} \\ (l_w^{\Gamma H})'' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_z k_f R_{wz}} + 1 \text{см} = \frac{191}{2 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 16,65} + 1 = 7 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\Gamma H} = 9 \text{см}$$

Фасонка:

$$N_{\phi} = 1,2N_{H3} - 2N_{\text{BH}} = 1,2 \cdot 636 - 2 \cdot 191 = 381 \text{кН}$$

$$N_{\phi} = \frac{1,2N_{H3}}{2} = \frac{1,2 \cdot 636}{2} = 382 \text{кН}$$

$$N_{\phi}^{\text{max}} = 382 \text{кН.}$$

Швы закрепления вертикальной накладки к фасонке:

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f)' &= \frac{N_{\phi}^{\text{max}}}{2(l_{\text{BH}} - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{382}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,6 \text{см} \\ (k_w)'' &= \frac{N_{\phi}^{\text{max}}}{2(l_{\text{BH}} - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{382}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,5 \text{см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f = 6 \text{мм}$$

Фиксация уголков нижнего пояса к фасонке:

$$k_f^{\text{oo}} = 8 \text{мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{\text{oo}})_{\text{min}} &= 5 \text{мм} \\ (k_f^{\text{oo}})_{\text{max}} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{мм} \end{aligned} \right.$$

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

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\phi})' &= \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi}^{\max}}{2\beta_f k_f^{o\phi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 382}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 14 \text{ см} \\ (l_w^{o\phi})'' &= \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi}^{\max}}{2\beta_z k_f^{o\phi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 382}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 11 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\phi} = 14 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{\phi}^{\max}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 382}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18,0} + 1 = 10 \text{ см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{\phi}^{\max}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 382}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 8 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 10 \text{ см}$$

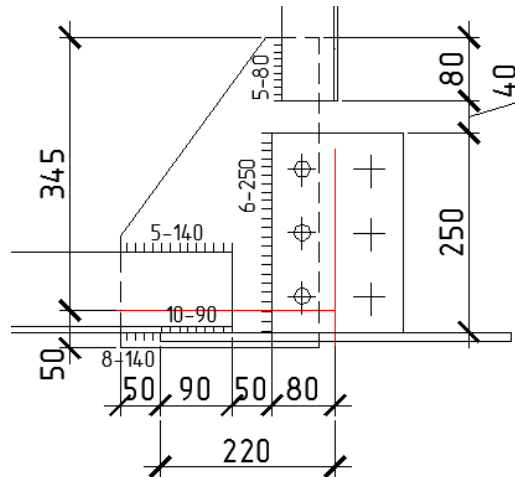


Рисунок 2.16 – Узел 8

Узел 9:

Швы С₃ смотри узел 8.

Размеры вертикальной накладки следующие: $b_{вн}=180\text{мм}$, $t_{вн}=t_{\phi}=10\text{мм}$, $l_{вн}=250\text{мм}$.

Размеры горизонтальной накладки следующие: $t_{гн} \geq t_{гн}^{\text{H3}}=12\text{мм}$, $b_{гн} \geq b_{гн}^{\text{H3}}=100\text{мм}$.

$$\sigma_{\text{учл}}^{1-1} = \frac{1,2 N_{B5}}{2t_{гн} \cdot b_{вн} + t_{\phi} 2b_{\text{уч}}^{B5}} = \frac{1,2 \cdot 636}{2 \cdot 1,2 \cdot 10 + 1,2 \cdot 2 \cdot 10} = 15,9 \text{ кН/см}^2 \leq R_y \cdot \gamma_c = 24 \text{ кН/см}^2$$

$$N_{гн} = \sigma_{\text{учл}}^{1-1} (b_{гн} \cdot t_{гн}) = 15,9 \cdot 10 \cdot 1,2 = 191 \text{ кН}$$

$$K_f \approx 0,8 \cdot t_{гн} = 0,8 \cdot 12 = 10 \text{ мм}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{\Gamma H})' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_f k_f R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{191}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 18,0} + 1 = 9 \text{ см} \\ (l_w^{\Gamma H})'' &= \frac{N_{\Gamma H}}{2\beta_z k_f R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{191}{2 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 16,65} + 1 = 7 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{\Gamma H} = 9 \text{ см}$$

Фасонка:

$$N_{\phi} = 1,2N_{B5} - 2N_{zn} = 1,2 \cdot 636 - 2 \cdot 191 = 381 \text{ кН}$$

$$N_{\phi} = \frac{1,2N_{B5}}{2} = \frac{1,2 \cdot 636}{2} = 382 \text{ кН}$$

$$N_{\phi}^{\max} = 382 \text{ кН.}$$

Швы закрепления вертикальной накладке к фасонке:

$$\left\{ \begin{aligned} (k_f)' &= \frac{N_{\phi}^{\max}}{2(l_{\text{en}} - 1)\beta_f R_{wf}} = \frac{382}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 0,7 \cdot 18,0} = 0,6 \text{ см} \\ (k_w)'' &= \frac{N_{\omega}^{B5}}{2(l_{\text{en}} - 1)\beta_z R_{wz}} = \frac{382}{2 \cdot (25 - 1) \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,5 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow k_f = 6 \text{ мм}$$

Швы для фиксации уголков верхнего пояса к фасонке:

$$k_f^{o\phi} = 8 \text{ мм} \left\{ \begin{aligned} (k_f^{o\phi})_{\min} &= 5 \text{ мм} \\ (k_f^{o\phi})_{\max} &= 1,2 \cdot t_{\phi} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ мм} \end{aligned} \right.$$

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

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^{o\phi})' &= \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi}^{\max}}{2\beta_f k_f^{o\phi} R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 382}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 18,0} + 1 = 14 \text{ см} \\ (l_w^{o\phi})'' &= \frac{\alpha_{o\phi} N_{\phi}^{\max}}{2\beta_z k_f^{o\phi} R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,7 \cdot 382}{2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 16,65} + 1 = 11 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^{o\phi} = 14 \text{ см}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (l_w^n)' &= \frac{\alpha_n N_{\phi}^{\max}}{2\beta_f k_f^n R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 382}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 18,0} + 1 = 10 \text{ см} \\ (l_w^n)'' &= \frac{\alpha_n N_{\phi}^{\max}}{2\beta_z k_f^n R_{wz}} + 1 \text{ см} = \frac{0,3 \cdot 382}{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 16,65} + 1 = 8 \text{ см} \end{aligned} \right. \Rightarrow l_w^n = 10 \text{ см}$$

Швы P5 смотри узел 3.

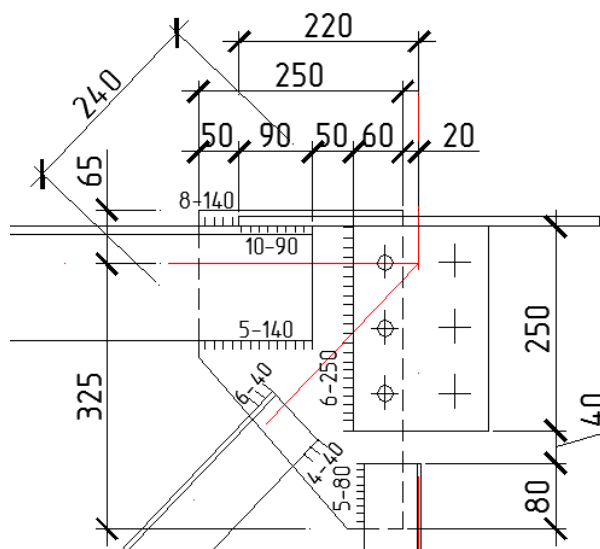


Рисунок 2.17 – Узел 9

2.1.6 Расчет соединительных прокладок

Панель Н3: $2\angle 100\times 10$, $\ell_y = 300$ см.

$$\ell = 80 \cdot i; i_{1-1} = 3,05 \text{ см}; l = 80 \cdot 3,05 = 244 \text{ см}.$$

Ставим две, минимально требуемые, прокладки.

Панель Н1: $2\angle 70\times 5$, $\ell_y = 600$ см.

$$\ell = 80 \cdot i; i_{1-1} = 2,16 \text{ см}; l = 80 \cdot 2,16 = 173 \text{ см}.$$

Ставим 3 прокладки.

Панель В3: $2\angle 125\times 80\times 8$, $\ell_y = 300$ см.

$$\ell = 40 \cdot i; i_{1-1} = 4,0 \text{ см}; l = 40 \cdot 4,0 = 160 \text{ см}.$$

Ставим 2 прокладки.

Панель В5: $2\angle 140\times 90\times 10$, $\ell_y = 300$ см.

$$\ell = 40 \cdot i; i_{1-1} = 4,47 \text{ см}; l = 40 \cdot 4,47 = 179 \text{ см}.$$

Ставим 2 прокладки.

Раскос Р1: $2\angle 140\times 90\times 8$, $\ell_y = 418$ см.

$$\ell = 40 \cdot i; i_{1-1} = 4,49 \text{ см}; l = 40 \cdot 4,49 = 180 \text{ см}.$$

Ставим 2 прокладки.

Раскос Р2: $2\angle 70\times 5$, $\ell_y = 435$ см.

$$\ell = 80 \cdot i; i_{1-1} = 2,16 \text{ см}; l = 80 \cdot 2,16 = 173 \text{ см}.$$

Ставим 2 прокладки.

Раскос Р3: 2 \perp 100x7, $\ell_y = 435$ см.

$$\ell = 40 \cdot i; i_{1-1} = 3,08 \text{ см}; l = 40 \cdot 3,08 = 123 \text{ см}.$$

Ставим 3 прокладки.

Раскос Р4: 2 \perp 50x5, $\ell_y = 435$ см.

$$\ell = 80 \cdot i; i_{1-1} = 1,53 \text{ см}; l = 80 \cdot 1,53 = 122 \text{ см}.$$

Ставим 3 прокладки.

Раскос Р5: 2 \perp 80x6, $\ell_y = 435$ см.

$$\ell = 40 \cdot i; i_{1-1} = 2,47 \text{ см}; l = 40 \cdot 2,47 = 99 \text{ см}.$$

Ставим 3 прокладки.

Стойка С1, С2: 2 \perp 70x5, $\ell_y = 315$ см.

$$\ell = 40 \cdot i; i_{1-1} = 2,16 \text{ см}; l = 40 \cdot 2,16 = 86 \text{ см}$$

Ставим 3 прокладки.

Стойка С3: 2 \perp 70x5, $\ell_{св} = 315 - 2 \cdot 250 = 265$ см.

$$\ell = 40 \cdot i; i_{\min} = i_{x0} = 2,72 \text{ см, тогда } l = 40 \cdot 2,72 = 109 \text{ см}.$$

Ставим 2 прокладки.

3 Технология строительства

3.1 Область применения

В данном разделе представлена технологическая карта на монтаж ферм, прогонов и настила при строительстве кузнечно-прессового цеха в городе Пенза.

Кузнечно-прессовый цех – одноэтажное трехпролетное здание прямоугольной формы в плане, с размерами в осях 66,0х96,0 м. Ширина пролета в осях А-Б – 18,0 м; в осях Б-В – 30,0 м; осях В-Г – 18,0 м.

Шаг колонн по крайним осям 6 м, по средним – 12 м. Высота всех пролетов до низа стропильных конструкций 14,4м.

3.2 Организация и технология выполнения работ

3.2.1 Требования законченности подготовительных работ

Прежде чем монтировать конструкции покрытия, необходимо осуществить:

- полное закрепление всех колонн и связей;
- доставку всех необходимых материальных ресурсов и монтажного оборудования на рабочие места.

3.2.2 Определение объемов работ, расхода материалов и изделий

Таблица 3.1– Объем работ по технологической карте

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Общий объем
1	Монтаж подстропильных ферм	шт.	16
2	Монтаж стропильных ферм	шт.	51
3	Монтаж стальных связей покрытия	шт.	116
4	Монтаж стальных прогонов	шт.	368
5	Монтаж профнастила	м ²	6482
6	Антикоррозийная обработка стыков	1стык	790

Таблица 3.2 – Потребность в строительных конструкциях, изделиях и материалах

№ п/п	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование	Ед. изм	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм	Вес единицы	Потребность на весь объем работ
1	Монтаж подстропильных ферм	шт.	16	Фермы подстропильные пролетом 12 м	шт/т	1/0,9	16/14,4
2	Монтаж стропильных ферм	шт.	34	Фермы стропильные пролетом 18м	шт/т	1/1,3	34/44,2
			17	Фермы стропильные пролетом 30м		1/2,1	17/35,7
3	Монтаж связей по покрытию	шт.	116	└ 125x10	шт/т	1/0,02	116/2,32
4	Монтаж прогонов	шт.	368	[24	шт/т	1/0,144	368/52,99
5	Установка профнастила	м ²	6482	Профлист Н75-750-0,8	м ² /т	1/0,0098	6482/63,52

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

Установка стропильных и подстропильных ферм, стальных прогонов и настила покрытия осуществляют для каждого из трех пролетов комплексным методом в едином потоке, в результате получая полностью смонтированные ячейки здания. Для первой ячейки сначала монтируют подстропильную ферму, затем две стропильные фермы, связи и прогоны. Монтаж ячейки завершается укладкой профнастила. Далее последовательность установки конструктивных элементов сохраняется.

Работы выполняются краном КС45721-17 с длиной стрелы 21,7м в две смены. Для монтажа конструкций каждой ячейки на чертеже в графической части указаны номера стоянок и направление движения монтажного крана:

- стоянки №1 - №9 для пролета здания в осях В-Г;
- стоянки №10 - №18 для пролета здания в осях Б-В;
- стоянки №19 - №27 для пролета здания в осях А-Б.

Необходимые конструкции транспортируются на объект. После этого производится разгрузка при участии крана, и раскладка в необходимой зоне, где производятся монтажные работы.

На стенде выполняется сборка стальных полуферм. Место расположения стенда – рабочая зона автомобильного монтажного крана. Перед подъемом собранной фермы, на нее наносятся риски. После этого двое монтажников производят строповку фермы и закрепляют оттяжки. Затем третий монтажник зацепляет за захваты стропы траверсы и отдает команду 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.

Монтаж горизонтальных связей производится с площадок передвижных, установка проводится поэлементно, без укрупнения.

Монтаж прогонов производят сразу после установки ферм в ячейке. Строповка элементов прогонов выполняется двухветвевым стропом. Части опорных узлов приваривают только после финальной выверки конструкций в ячейке.

После того, как будет проверена правильность и точность установки конструкций, выполняются сварочные работы.

Процесс антикоррозийной защиты стыков таков:

- подготовка поверхности для нанесения защитного покрытия;
- нанесение слоя грунтовки;
- нанесение слоя защитного покрытия (при необходимости повторить);
- сушка покрытия.

Профилированный настил в виде отдельных листов укладывают по стальным прогонам и крепят заклепками комбинированными. Поднимают листы профнастила на кровлю в пачках при участии монтажного крана.

3.4 Требования к качеству и приемке работ

Контроль качества выполняется в соответствии с требованиями [30] и представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Операционный контроль качества работ

№	Контролируемые операции	Контроль качества выполняемых операций			
		Состав	Метод	Период	Привлекаемые специалисты
1	2	3	4	5	6
1	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	-
2	Подготовка мест сварки	Разметка опорных площадок колонн. Нанесение осей на опорные части колонн	Визуально, проверка рулеткой, теодолитом	Перед началом производства монтажных работ	Геодезист
3	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
4	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 таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6
5	Установка профнастила	Точность необходимая установки	Визуально Измерение стальной рулеткой	В процессе монтажных работ	
6	Сварочные работы	Контроль сварных швов в период их выполнения, соответствие проекту марки электродов	Визуально Измерение стальной рулеткой	В процессе монтажных работ	

3.5 Выбор машин, механизмов, оборудования

Потребность в грузозахватных приспособлениях отражена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Ведомость грузозахватных приспособлений

№ п/п	Наименование монтируемого элемента	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного устройства, его марка	Эскиз с размерами, мм	Характеристика		Высота строповки, $h_{ст}$, м
					Грузоподъемность, т	Масса, т	
1	Прогон, связи	3,05	Строп двухветвевой 2СК-3,2* ГОСТ 25573-82*		3,2	0,04	5,5
3	Ферма	2,1	Траверса ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11		5	0,75	3,6

Выбор монтажного крана.

«Высота подъема крюка:

$$H_{к} = h_0 + h_3 + h_{эл} + h_{см} + h_n \quad (3.1)$$

где h_0 – превышение места установки над уровнем стоянки крана;

h_3 – высота запас;

$h_{эл}$ - высота монтируемой конструкции;

h_{cm} - высота стропов;

h_n - длина полиспаста» [20].

$$H_k = 17,68 + 0,5 + 0,24 + 5,5 + 1,5 = 25,42 м$$

«Оптимальный угол наклона стрелы краны к горизонту:

$$tg \alpha = \frac{2(h_{cm} + h_n)}{b_1 + 2S} \quad (3.2)$$

где h_{cm} – смотри формулу 3.2; h_n – смотри формулу 3.2;

b_1 – длина конструкции, м;

S – расстояние по горизонтали в стороне от ранее установленного стального элемента (1,5 м)» [20].

$$tg \alpha = \frac{2 \cdot (5,5 + 1,5)}{0,12 + 2 \cdot 1,5} = 4,49; \alpha = 77^\circ$$

«Длина стрелы:

$$L_c = \frac{H_k + h_n - h_c}{\sin \alpha} \quad (3.3)$$

где h_c – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана» [20].

$$L_c = \frac{25,42 + 2 - 1,5}{0,976} = 26,6 м$$

«Вылет крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d \quad (3.4)$$

где d – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы.» [20].

$$L_k = 26,6 \cdot 0,225 + 1,5 = 7,5 м .$$

«Угол поворачивания стрелы по горизонтали:

$$tg \varphi = \frac{D}{L_k} \quad (3.5)$$

где D – горизонтальная проекция отрезка от оси пролета здания до центра тяжести монтируемой конструкции» [20].

$$tg \varphi = \frac{12,0}{7,5} = 1,6 \quad \varphi = 58^\circ$$

«Проекция на горизонтальную плоскость длины стрелы крана в повернутом положении:

$$L_{c,\varphi} = \frac{L_{\kappa}}{\cos \varphi} - d; \gg [20] \quad (3.6)$$

$$L_{c,\varphi} = \frac{7,5}{0,53} - 1,5 = 12,6 \text{ м.}$$

«Угол наклона стрелы крана в повернутом положении:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\varphi} = \frac{H_{\kappa} - h_c + h_n}{L_{c,\varphi}}; \gg [20] \quad (3.7)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\varphi} = \frac{25,42 - 1,5 + 2}{12,6} = 2,057, \quad \alpha_{\varphi} = 44^{\circ}$$

«Наименьшая длина стрелы крана при монтаже прогона:

$$L_{c,\varphi} = \frac{L_{c\phi}}{\cos \alpha_{\varphi}}; \gg [20] \quad (3.8)$$

$$L_{c,\varphi} = \frac{12,6}{0,714} = 17,5 \text{ м.}$$

«Вылет крюка в повернутом положении:

$$L_{\kappa\phi} = L_{c\phi} + d, \text{ м}, \gg [20] \quad (3.9)$$

$$L_{\kappa\phi} = 17,5 + 1,5 = 19 \text{ м.}$$

«Грузоподъемность крана Q_{κ} , т, определяется по формуле (4.10).

$$Q_{\kappa} \geq Q_{\text{с}} + Q_{\text{сп}}, \quad (4.10)$$

где $Q_{\text{с}}$ – масса монтируемого стального элемента, т;

$Q_{\text{сп}}$ – масса грузозахватного устройства, т.» [20].

$$Q_{\kappa} = 3,05 + 0,04 = 3,09 \text{ т.}$$

Принимаем кран стреловой КС45721-17 с длиной стрелы 21,7 м.

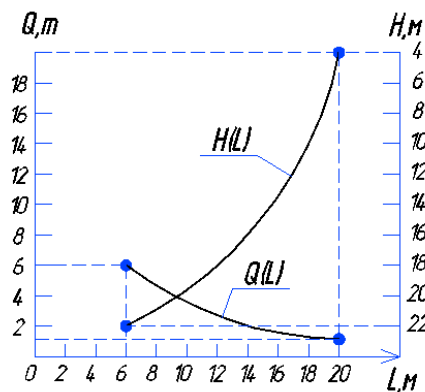


Рисунок 3.5 – Схема грузотехнических характеристик крана

Таблица 3.5 – Технические характеристики крана монтажного КС 45721-17

Наименование элементов конструкции	Монтажная масса, Q, т	Высота подъема крюка Н, м		Вылет стрелы L _к , м		Длина стрелы L _с , м	Гр.подъемность, т	
		H _{max}	H _{min}	L _{min}	L _{max}		Q _{max}	Q _{min}
прогон		22,0	4,0	6,0	20,0	21,7	6,0	1,05

Таблица 3.6 – Машины и технологическое оборудование

№	Наименование машин и механизмов	Марка	Технические характеристики	Назначение	Кол.
1	Автокран	КС45721-17 на шасси КамАЗ 53213	Скорость движения крана 60км/ч; Мощность двигателя 191 кВт (260л.с.); Габаритные размеры: 12000х2500х3830мм	Монтаж конструкций	1

Таблица 3.7 – Потребность в оснастке, инструменте и инвентаре

№ п.п	Наименование	Марка и параметры	Ед. изм	Кол.	Примечание
1	Строп с двумя ветвями	2 СК - 2,0	шт.	1	Строповка стальных прогонов
2	Траверса	ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11	шт.	1	Строповка стальных ферм
3	Отвес стальной	ГОСТ 7948 - 80	шт.	2	Определение вертикальности установки
4	Лестница металлическая приставная	L=13,5м	шт.	2	Ведение работ по монтажу на высоте
5	Щетка стальная	ГОСТ 10112 - 2001	шт.	2	Очистка стыкуемой поверхности
6	Рулетка стальн.	РС - 20	шт.	2	Проведение измерений
7	Теодолит	НА - 1	шт.	2	Выверка и разметка осей
8	Расчалка инвентарная	ТТ - 4	шт.	2	Корректировка положения конструкций
9	Молоток кирочка	ГОСТ 11042-90	шт.	2	
10	Каска строит.	ГОСТ 12.4.087 - 84	шт.		Обеспечение защиты
11	Предохранительный пояс	ГОСТ Р 50849-96	шт.		Обеспечение безопасности
12	Защит. очки	ГОСТ 12.4.011-89	шт.		Обеспечение защиты глаз

3.6 Калькуляция затрат труда и машинного времени

Трудоемкость монтажных работ T_p , (чел-см, маш-см), определяется по формуле (3.1)

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8,0}, \quad (3.1)$$

где V – объем монтажных работ, м²;

$H_{вр}$ – норма времени, (чел-ч, маш-ч);

8,0 – продолжительность смены, ч.

Таблица 3.8 – Калькуляция трудозатрат и машинного времени.

№	Наименование рабочих процессов	Обоснование ЕНиР	Ед. изм.	Объем работ	Норма врем. на ед. изм.		Трудозатраты на объем	
					Человеко-час	Машино-час	Человеко-дн	машино-см.
1	Монтаж подстропильных ферм	Е5-1-6	1 эл-т	16	2,9	0,58	5,8	1,2
2	Монтаж стропильных ферм	Е5-1-6	1 эл-т	51	2,9	0,58	18,5	3,7
3	Монтаж металлических связей по покрытию	Е5-1-6	1 эл-т	116	0,33	0,11	4,8	1,6
4	Монтаж прогонов	Е5-1-6	1 эл-т	368	0,3	0,1	13,8	4,6
5	Установка профилированного настила отдельными листами	Е5-1-20	100 м ²	64,82	10,5	0,3	85,1	2,4
6	Антикоррозионная обработка стыкуемых поверхностей	Е4-1-25	10 стык	79	0,64	-	6,3	-

3.7 График производства работ

«Продолжительность выполнения работы:

$$П = \frac{T_p}{n \cdot k}, \quad (3.11)$$

где T_p – трудозатраты (чел.-дни); n – количество рабочих в звене;

k – сменность.» [20].

$$П_1 = \frac{7,0}{5 \cdot 2} = 0,7 \text{ дня}; \quad П_2 = \frac{22,2}{5 \cdot 2} = 2,2 \text{ дня}; \quad П_4 = \frac{18,4}{3 \cdot 2} = 3 \text{ дня}; \quad П_5 = \frac{87,5}{3 \cdot 1} = 14,5 \text{ дней};$$

$$П_6 = \frac{6,3}{2 \cdot 1} = 3,1 \text{ дня}.$$

3.6 Безопасность труда, пожарная безопасность и экологическая безопасность

3.6.1 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» [18, п.5.41.1].

«В процессе монтажа конструкций монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания» [18, 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:

- а) допустимое приближение стрелы крана - не более 1 м;
- б) минимальный зазор при переносе конструкций над ранее установленными - 0,5 м;
- в) допустимое приближение поворотной части грузоподъемного крана - не менее 1 м» [18, 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)» [18, п.5.41.21].

3.6.2 Пожарная безопасность

Требования пожарной безопасности приводятся в соответствии [25].

Основные тезисы следующие:

- «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» [25];
- «ко всем объектам строительной площадки необходимо обеспечить свободный проезд» [25];
- «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» [25].

3.6.3 Экологическая безопасность объекта

Требования относительно экологической безопасности содержатся в следующих нормативно-правовых актах: Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды". Основные тезисы данных НПА:

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, работающие на площадке, должны обслуживаться исключительно в специально выделенных для этого зонах, а при выезде со строительной площадки выполнять мойку колес.

3.7 Техничко - экономические показатели объекта

Общая трудоемкость монтажных работ $T_{\text{общ}}=134,3$ чел.-дн. (см. таблицу 3.8).

Необходимое количество машинного времени $T_m=13,5$ маш.-см. (см. таблицу 3.8).

Максимальное число рабочих $R_{max}=12$ чел.

Продолжительность общих работ $\Pi=21$ день.

Среднее количество рабочих R_{cp} , чел, определяется по формуле:

$$R_{cp} = \frac{T_{общ}}{\Pi} \quad (3.12)$$

$$R_{cp} = \frac{134,3 \text{ чел.} \cdot \text{дн.}}{21 \text{ дн.}} = 6 \text{ чел.}$$

Выработка работ на одного рабочего в смену B , $m^2/\text{чел}\cdot\text{см}$, определяется по формуле:

$$B = \frac{\sum V}{T_{общ}} \quad (3.13)$$

$$B = \frac{260 \text{ м}}{134,3 \text{ чел.} \cdot \text{дн.}} = 1,94 \text{ м} / \text{чел.} \cdot \text{см.}$$

Затраты труда на единицу объема работ $Z_{тр}$, чел-см/ m^2 , определяются по формуле:

$$Z_{тр} = \frac{1}{B} \quad (3.14)$$

$$Z_{тр} = \frac{1}{1,94} = 0,52 \text{ чел.} \cdot \text{см.} / \text{м.}$$

4 Организация строительства

4.1 Краткая характеристика объекта

Кузнечно-прессовый цех – одноэтажное трехпролетное здание прямоугольной формы в плане, с размерами в осях 66,0х96,0 м. Ширина пролета в осях А-Г – 18,0 м; в осях Г-К – 30,0 м; осях К-Н – 18,0 м.

Фермы стропильные и подстропильные – металлические из парных прокатных уголков.

Покрытие – стальной профилированный настил по стальным прогонам.

4.2 Определение объемов работ

Объем работ по возведению надземной части здания кузнечно-прессового цеха определяем в табличной форме (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1– Ведомость объемов работ на надземную часть здания

№ п.п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5
Надземная часть				
1	Установка металлических колонн	эл-т	68	Колонны К1 - 34шт.; К2 – 18шт.; К3 – 16шт.
2	Установка подкрановых балок	эл-т	54	Балки подкр. металлические 54 шт.
3	Установк. подкрановых рельсов	м	570	Подкрановый рельс Кр-80 -570м
4	Установка ферм	эл-т	67	Фермы стропильные Ф-1 -17шт.; Ф-2 – 34шт. Фермы подстропильные ФП-1 – 16шт
5	Монтаж связей стальных по покрытию	эл-т	116	Стальные связи покрытия – 116 шт.
6	Монтаж стальн. прогонов	эл-т	368	швеллер 24 – 368шт.
7	Установка стального профнастила	100 м ²	64,82	$F_n = F_{\text{кровли}} = 6482\text{м}^2$
8	Установка стеновых панелей «Сэндвич»	эл-т	704	По проектным данным
9	Возведение перегородок кирпичных 120 мм толщиной, глухих	1 м ²	128	По проектным данным
10	Монтаж перемычек весом до 0,5 т.	шт.	4	1ПБ10-3п-4 шт.
11	Монтаж пароизоляции кровли «Sarnavar»	100 м ²	64,82	$F_{\text{кровли}} = 6482\text{м}^2$

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
12	Укладка теплоизоляционных плит толщиной 150мм	100 м ²	64,82	F _{кровли} = 6482м ²
13	Устройство гидроизоляции из полимерной мембраны	100 м ²	64,82	F _{кровли} = 6482м ²
14	Установка оконных переплетов стальных	т	9,0	ОК1 6000х4200 - 28шт., M _{ОК1} =6,3т ОК2 6000х1800 - 28шт., M _{ОК2} =2,7т
15	Установка дверных блоков площадью проема до 3м ²	100 м ²	0,13	F _{дв} =2,1·1,0·3шт. + 2,1·0,8·4шт. = 13м ²

4.3 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

Потребность в строительных материалах с их характеристиками представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Потребность в строительных конструкциях, изделиях и материалах

№ п/п	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование	Ед. изм	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм	Вес единицы	Потребность на весь объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Монтаж колонн	шт.	68	Колонны металлические	шт/т	1/3,0	68/204
2	Монтаж подкрановых балок	шт.	64	Балки подкр. ПБ1-32шт.; ПБ2 – 16шт.	шт/т	1/3,05	64/195,2
3	Установка подкрановых рельсов	м	570	Подкр.рельс Кр-80 -570м	м/т	1/0,35	570/199,5
4	Монтаж ферм	шт.	67	Фермы металлические	шт/т	1/2,1	67/140,7
5	Монтаж связей по покрытию	шт.	116	└ 125х10	шт/т	1/0,02	116/2,32
6	Монтаж прогонов	шт.	368	[24	шт/т	1/0,144	368/52,99
7	Установка профнастила	м ²	6482	Профлист Н75-750-0,8	м ² /т	1/0,0098	6482/63,52
8	Монтаж стеновых панелей	шт.	704	Панель стеновая	шт/т	1/0,23	704/161,92
9	Устройство кирпичных перегородок	м ³	15,4	Кирпич керамический М100	м ³ /т	1/1,8	15,4/27,65
10	Устройство пароизоляции кровли	м ²	6482	Пароизоляции кровли Sarnavar 125м ² , m=120 кг	рул./т	1/0,12	52/6,24

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Устройство пароизоляции кровли	м ²	6482	Пароизоляции кровли Sarnavap 125м ² , m=120 кг	рул./т	1/0,12	52/6,24
11	Устройство теплоизоляции кровли	м ³	972	Минераловатн. плиты Rockwool δ=150мм γ = 190 кг / м ³	м ³ /т	1/0,19	972/184,68
12	Устройство гидроизоляции кровли	м ²	6482	Полимерная мембрана «Sikaplan» 40 м ² , m=72кг	рул./т	1/0,072	162/11,66
13	Установка окон. переплетов	т	9,0	Стальные окон. переплеты	т	-	9,0
14	Установка дверей	м ²	13	Дверные блоки	м ² /т	1/0,02	13/0,26
15	Установка ворот	т	0,36	Ворота	т	-	0,36

4.4 Подбор машин и механизмов для производства работ

Грузозахватные приспособления представлены в таблице 3.4 раздела 3 данной пояснительной записки.

Выбор монтажного крана смотри раздел 3 данной пояснительной записки.

Выбор методов производства работ и требуемых для этого механизмов приведён в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Машины и оборудование, необходимые для производства работ

№	Наименование оборудования	Марка	Характеристика	Предназначение	Кол.
1	Автокран	КС45721-17 на шасси КамАЗ 53213	Скорость автодвижения 60км/ч; Мощность основного двигателя 191 кВт (260л.с.); Габаритные размеры: 12000х2500х3830мм	Монтаж конструкций	1
2	Аппарат для сварки	МТ - 1607	Номинальная мощность 190 кВт; Габаритные размеры: 1620х640х2230мм	Сварочные работы	1
3	Автомобиль	КамАЗ	-	Перевозка грузов	2
4	Подъемник	ТП-12	Высота подъема 50м,	Кровельные	1

		Q=0,3т	работы	
--	--	--------	--------	--

4.5 Определение трудоемкости и машиноемкости работ

Для определения затрат труда рабочих и времени эксплуатации машин для проведения строительного-монтажных работ необходимо определить норму времени и задаться продолжительностью смены работ.

Норма времени $N_{вр}$ применяются на основании ЕНИР/ГЭСН на строительные работы. Согласно ТК РФ продолжительность смены не должна превышать 8 часов.

«Трудоемкость работ:

$$T_p = \frac{V \cdot N_{вр}}{8,0} \quad (4.1)$$

где V – объем работ;

$N_{вр}$ – норма времени (чел.-ч, маш.-ч);

8,0– продолжительность смены, ч.» [18].

Ведомость трудоемкости и машиноёмкости работ представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование § ЕНиР, ГЭСН	Норма времени		Труд емкость			Всего		Профессиональный, состав звена по рекомендации ЕНиР и/или ГЭСН
				Чел-ч	Маш-ч	Объем работ	Человеко-час	Машино-час	Чел.-дн	Маш.-см.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Установка металлических колонн	1 эл-т	Е5-1-8	3,5	0,7	68	0,45	0,09	30,6	6,2	Монтажник 6р-1,5р-1 4р-2,3р-1, машинист 6р-1
2	Монтаж подкрановых балок	1 эл-т	Е5-1-8	2,1	0,42	64	0,26	0,05	12,5	3,2	Монтажник 6р-1,5р-1 4р-2,3р-1, машинист 6р-1
3	Подъем и укладка подкрановых рельсов	м	Е5-1-13	0,71	0,18	570	0,09	0,02	51,3	11,4	Монтажн. 6р-1, 4р- 2,3р-1, машинист электролеб. 3р-1
4	Монтаж стропильных и подстропильных ферм	1 эл-т	Е5-1-6	2,9	0,58	67	0,35	0,07	23,5	4,7	Монтажник 6р -1, 4р- 3, 3р-1, машин. 6р-1
5	Монтаж металлических связей по покрытию	1 эл-т	Е5-1-6	0,33	0,11	116	0,04	0,01	4,6	1,2	Монтажник 5р-1, 4р- 1,3р-1, машин. 6р-1
6	Монтаж металлических прогонов	1 эл-т	Е5-1-6	0,64	0,21	368	0,08	0,03	29,4	11,0	Монтажник 5р-1, 4р- 1,3р-1, машин. 6р-1
7	Установка профнастила	100м ²	Е5-1-20	10,5	0,3	64,82	1,28	0,04	83,0	2,6	Монтаж. 4р-2чел., 3р- 2чел. Машин. 6р-1чел
8	Монтаж стеновых панелей «Сэндвич»	1 элемент	Е5-1-23	1,54	0,3	704	0,19	0,04	133,8	28,2	Монтаж. 5р-1, 4р- 2,3р-1, машин. 6р-1
9	Кладка перегородок толщиной в ½ кирпича	м ²	Е3-12	0,86	-	128	0,1	-	12,8	-	Каменщик 4р-1, 2р-1

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	Монтаж железобетонных перемычек массой до 0,5т	шт.	Е3-16	0,45	0,15	4	0,05	0,02	0,2	0,2	Каменщик 4р-1, 3р-1,2р-1, машинист 5р-1
11	Устройство пароизоляции кровли «Sarnavar»	100м ²	Е 7-13	1,55	-	64,82	0,19	-	12,3	-	Кровельщик 2р-2
12	Укладка теплоизоляционных плит толщиной 150мм	100м ²	Е7-14	7,1	-	64,82	0,87	-	56,4	-	Изолировщик 3р-2, 4р-2
13	Устройство гидроизоляции из полимерной мембраны	100м ²	Е7-2	8,82	-	64,82	1,08	-	70,0	-	Кровельщик 4р-1, 3р-2
14	Установка стальных оконных переплетов	т	Е5-1-15	4,3	1,4	9,0	0,54	0,18	4,9	1,6	Монтажник 5р,4р,3р-1 Машинист 6р-1чел
15	Установка дверных блоков площадью проема до 3м ²	100м ²	Е6-13	13,4	6,7	0,13	1,68	0,84	0,2	0,1	Плотник 4р-1,2р-1 Машинист 5р-1
16	Установка ворот	100м ²	Е5-1-15	4,3	1,4	0,39	0,54	0,18	0,2	0,1	Монтажник 5р,4р,3р-1 Машинист 6р-1чел
									526,7	70,5	-
17	Проч. Неучт. работы	-	16%	-	-	-	-	-	84,3	-	Подс. рабочий 1р-2
	Σ:								611,0	70,5	-

4.6 Разработка календарного плана производства работ

«Продолжительность работы Π , дн, рассчитывается по формуле (4.2).

$$\Pi = \frac{T_p}{n \cdot k}, \quad (4.2)$$

где T_p – трудозатраты (чел-см);

n – количество рабочих в звене, чел;

k – сменность» [20].

«Коэффициент, учитывающий равномерность потока по числу рабочих α рассчитывается по формуле (4.3).

$$\alpha = \frac{R_{cp}}{R_{max}}, \quad (4.3)$$

где R_{cp} – среднее количество рабочих на площадке, чел;

R_{max} – максимальное количество рабочих на площадке, чел.

$$\alpha = \frac{8чел.}{12чел.} = 0,67$$

Среднее количество рабочих R_{cp} , чел, определяется по формуле (4.4).

$$R_{cp} = \frac{\sum T_p}{\Pi \cdot k} = \frac{611чел. \cdot дн.}{71дн. \cdot 1} = 8чел., \quad (4.4)$$

где $\sum T_p$ – суммарная трудоемкость работ, чел-см;

Π – продолжительность строительства по графику, дн;

k – сменность» [20].

Равномерность потока во времени β рассчитывается по формуле (4.5)

$$\beta = \frac{\Pi_{уст}}{\Pi} = \frac{36дн}{71дн} = 0,5 \quad (4.5)$$

где $\Pi_{уст}$ – расчетный промежуток времени установившегося потока, дн;

Π – продолжительность строительства, дн.

4.7 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.7.1 Расчет и подбор временных зданий

По графику движения рабочих $R_{\max} = 12 \text{ чел.}$, в том числе для промышленного строительства: $N_{\text{раб}} = 0,85 \cdot 12 = 10 \text{ чел.}$, $N_{\text{ИТР}} = 0,11 \cdot 12 = 1 \text{ чел.}$, $N_{\text{служ}} = 0,036 \cdot 12 = 1 \text{ чел.}$, $N_{\text{МОП}} = 0,015 \cdot 12 = 1 \text{ чел.}$

«Общее количество рабочих в сутки $N_{\text{общ}}$, чел, определяется по формуле:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{ИТР}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{МОП}} \gg [20] \quad (4.6)$$

$$N_{\text{общ}} = 10 + 1 + 1 + 1 = 13 \text{ чел.}$$

«Расчетное количество работающих на стройплощадке $N_{\text{расч}}$, чел, определяется по формуле:

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot N_{\text{общ}} \gg [20] \quad (4.7)$$

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot 13 = 14 \text{ чел.}$$

Потребность в временных зданиях представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5– Ведомость временных зданий

№ п/п	Наименование зданий	Чис. Перс.	Норма площадь	$S_p, \text{ м}^2$	$S_{\phi}, \text{ м}^2$	АхВ, м	Кол. зданий	Характеристика
1	Проходная	-	-	-	6	2х3	2	-
2	Прорабская	3	3	9	18	6х3	1	ГОСС-П-3 передвижной
3	Гардеробная	10	0,9	8,1	18	6х3	1	31315 контейнерный
4	Душевая	10	0,43	3,86	27	9х3	1	ГОССД-6 контейнер.
5	Комн. для отдыха, обог., приема пищи и сушки спецодежды	13	1,0	1,0	21,7	6,5х2,6	1	4078 - 100-00.000.СБ передв.
6	Туалет	13	0,07	0,84	25,0	8,7х2,9	1	ТСП-2-8000000 передвю
7	Медпункт	31	0,05	0,6	27,0	9х3	1	ГОСС-С-20 контей.
8	Мастерская	-	-	-	20,0	5х4	1	передвижной

4.7.2 Расчет площадей складов

«Запасное количество ресурсов $Q_{\text{зап}}$ определяется по формуле (4.8).

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (4.8)$$

где $Q_{общ}$ – общее количество необходимых материалов;

T – расчетный период времени;

n – запас ресурсов нормативный;

$k_1 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий неравномерность при доставке материалов на склад;

k_2 – коэффициент, учитывающий неравномерность расхода материалов,
 $k_2 = 1,3$.

Полезная площадь склада $F_{пол}$, m^2 , определяется по формуле (4.9).

$$F_{пол} = \frac{Q_{зан}}{q}, \quad (4.9)$$

где $Q_{зан}$ – запасное количество ресурсов;

q – норма складирования.

Общая площадь:

$$F_{общ} = F_{пол} \cdot K_{исп}, m^2 \quad (4.10)$$

где $K_{исп}$ – коэффициент использования площади склада» [20].

Потребность в складских сооружениях приведена в таблице Б1 приложения Б.

4.7.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения

Расход требуемого количества воды на нужды производства $Q_{пр}$, л/с, рассчитывается по формуле (4.11).

$$Q_{пр} = \frac{k_{ну} \cdot q_n \cdot \Pi_n \cdot k_q}{3600 \cdot t}, \quad (4.11)$$

$$Q_{пр} = \frac{k_{ну} \cdot q_n \cdot \Pi_n \cdot k_q}{3600 \cdot t}, \quad (4.20)$$

«где $k_{ну}$ – расход воды не поддающийся учету (1,2-1,3);

Π_n – объём производства работ, m^3 ;

k_q – коэффициент неравномерности водопотребления в час (1,3-1,5);

t – число часов в рабочей смене, $t = 8 \text{ час}$;

$q_n = 250 \text{ л/м}^3$ – удельный расход воды по процессу на единицу объема производства работ, л.

Максимальный расход воды происходит при устройстве монолитных стен.

$$P_n = \frac{V_{кл}}{T} = \frac{15,36}{3} = 5,12 \text{ м}^3, \quad Q_{np} = \frac{1,2 \cdot 210 \cdot 5,12 \cdot 1,3}{3600 \cdot 8} = 0,06 \text{ л/с}.$$

Расход воды на бытовые нужды $Q_{хоз}$, л/с, определяется по формуле (4.12).

$$Q_{хоз} = \frac{q_y \cdot n_p \cdot k_q}{3600 \cdot t} + \frac{q_d \cdot n_d}{60 \cdot t_d}, \quad (4.12)$$

где q_y – удельный расход на хозяйственно-бытовые нужды;

k_q – коэффициент неравномерности водопотребления в час (1,5-3,0);

t – число часов в смену, $t = 8 \text{ час}$.

$$Q_{хоз} = \frac{25 \cdot 13 \cdot 2}{3600 \cdot 8} + \frac{50 \cdot 8}{60 \cdot 45} = 0,17 \text{ л/с};$$

Таблица 7.9 [20]: $Q_{пож} = 10 \text{ л/с}$.

Проведем расчёт требуемого максимального расхода:

$$Q_{общ} = Q_{np} + Q_{хоз} + Q_{пож} \quad (4.13)$$

$$Q_{общ} = 0,06 + 0,17 + 10 = 10,23 \text{ л/с}.$$

Диаметр труб линии временного водопровода:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{1000 \cdot Q_{тр}}{3,14 \cdot v}}, \quad (4.14)$$

где v – скорость движения воды по трубе, 1,5-2 л/с;

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{1000 \cdot 10,23}{3,14 \cdot 1,5}} = 93 \text{ мм}.$$

Диаметр канализационных труб $D_{кан} = 1,4 \cdot D_{вод} = 1,4 \cdot 100 = 140 \text{ мм}$.

4.7.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

Установленная мощность электроприемников определяется по следующей формуле:

$$P_p = \alpha \cdot \left(\frac{\kappa_{1c} \times P_c}{\cos\varphi} + \frac{\kappa_{2c} \times P_T}{\cos\varphi} + \dots + \kappa_{3c} \times P_{ов} + \kappa_{4c} \times P_{он} \right), \quad (4.15)$$

«где α – коэффициент, для учета потерь в электрической сети в зависимости от длины (1,05-1,1);

$\kappa_{1c}, \kappa_{2c}, \kappa_{3c}$ – коэффициенты одновременности спроса, в зависимости от количества потребителей, с учетом неполной загрузки энергопотребителей;

$P_c, P_T, P_{ов}, P_{он}$ – установленная мощность, кВт» [20].

На основе календарного плана составляется ведомость мощности потребителей электроэнергии (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Ведомость мощности потребителей электроэнергии

№ п/п	Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Мощность, кВт	Количество	Общая мощность, кВт
1	Сварочный агрегат МТ-1607	шт.	190	1	190
2	Подъемник ТП-12	шт.	4,3	1	4,3
Итого:					194,3

$$\sum \frac{\kappa_{1c} \cdot P_c}{\cos\varphi} = \frac{0,6 \cdot 4,3}{0,4} + \frac{0,35 \cdot 190}{0,4} = 172,7 \text{ кВт}$$

Таблица 4.8 – Необходимая мощность внутреннего освещения

№ п/п	Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Мощность (уд.), кВт	Норма освещения, лк	Площадь потребителя	Необходимая мощность, кВт
1	Проходная	100 м ²	0,9	75	0,006	0,005
2	Мастерская	100 м ²	1,2	75	0,02	0,02
3	Контора прораба	100 м ²	1,2	75	0,02	0,024
4	Гардеробная	100 м ²	1	50	0,03	0,03
5	Душевая	100 м ²	0,8	75	0,016	0,013
6	Помещение для приема пищи и обогрева рабочих	100 м ²	1	75	0,018	0,018
7	Медпункт	100 м ²	1,2	75	0,027	0,032

8	Уборная	100 м ²	0,8	75	0,045	0,036
9	Навес:	100 м ²	1	75	0,91	0,91
Итого:						$\Sigma P_{об}=1,088$

$$\Sigma \frac{\kappa_{3c} \cdot P_{ов}}{\cos \varphi} = \frac{0,8 \cdot 1,088}{1,0} = 0,87 \text{ кВт}$$

Таблица 4.9 – Необходимая мощность освещения

№ п/п	Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Мощность (уд.), кВт	Норма освещения, лк	Площадь потребителя	Необходимая мощность, кВт
1	Открытые складские площадки	1000 м ²	1,0	10	0,636	0,636
2	Территория стройплощадки	1000 м ²	0,4	2	13,6	5,4
3	Проезды и пешеходные дорожки	км	0,16	20	0,505	0,08
Итого:						$\Sigma P_{он}=6,116$

$$\Sigma \frac{\kappa_{4c} \cdot P_{он}}{\cos \varphi} = \frac{1,0 \cdot 6,116}{1,0} = 6,116 \text{ кВт}$$

Итого потребляемая мощность:

$$P_p = 1,1 \cdot [72,7 + 0 + 0,87 + 6,116] = 197,7 \text{ кВт} \quad (4.16)$$

Производим перерасчёт мощности (из кВт в кВтА):

$$P = P_p \cdot \cos \varphi = 197,7 \cdot 0,8 = 158,1 \text{ кВт} \quad (4.17)$$

Принимаем трансформатор СКТП-180-10(6)/0,4 мощность 180 кВт·А, размеры габаритные 2,73 х 2 м.

Расчет количества прожекторов производим по формуле:

$$N = \frac{P_{уд} \cdot E \cdot S}{P_l} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 21672}{1500} = 5,7 \quad (4.18)$$

Выбираем 6 прожекторов марки ПЗС-45 с лампой мощностью 1500 Вт.

4.8 Проектирование строительного генерального плана

Строительный генеральный план (стройгенплан) разработан для применения в период возведения надземной части здания кузнечно-прессового цеха в городе Пенза.

Временные здания, проходы и места отдыха работающих располагаются за пределами опасных зон с соблюдением соответствующих санитарных норм и правил.

Строительная площадка обеспечена противопожарным водоснабжением и инвентарем, освещением и средствами сигнализации.

Монтаж конструкций осуществляется стреловым краном КС45721-17 с вылетом стрелы 21,7 м. Склады материалов располагаются в области работы крана. На строительном генплане показаны:

- область обслуживания крана $R_{\max} = 16,0\text{ м}$;
- область перемещения груза $R_{\text{пер}} = R_{\max} = 16,0\text{ м}$;
- опасная область действия крана $R_{\text{он}} = 16,0 + 5,0 = 21,0\text{ м}$.

4.9 Мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке

«Перед началом выполнения строительного-монтажных работ администрация организации, строящая объект, обязана оформить акт-допуск на производство работ. Наряд-допуск выдается непосредственному руководителю работ (прорабу, мастеру) лицом, уполномоченным приказом руководителя организации. Перед началом работ руководитель работы или инженер по охране труда обязан ознакомить работников с мероприятиями по безопасности производства работ и оформить инструктаж с записью в наряде-допуске. На территории строительной площадки, на дорогах и в проездах устанавливают указатели проездов и дорожные знаки с обозначением допускаемой скорости движения транспорта. Подъездные пути и дороги сооружают до начала основных работ. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски, должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и др. специальными средствами

индивидуальной защиты. Во время разгрузки изделий нельзя находиться на раме автомашины или прицепа, а также в непосредственной близости от разгружаемых конструкций» [20].

«Монтажник при совместной работе со сварщиком должен соблюдать следующие меры безопасности: использовать индивидуальные средства защиты; глаза предохранять защитными очками; следить при резке металла за движением резака, чтобы исключить ожоги; обращать внимание на исправность изоляции проводов, не допускать их переплетения между собой и другими проводами и шлангами. Монтаж и сварка в подвешенном состоянии или неустойчивом положении запрещаются» [20].

«Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) должны быть защищены сверху сплошным навесом шириной не менее 2 м от стены здания. Угол, образуемый между навесом и вышерасположенной стеной над входом должен быть в пределах $70-75^{\circ}$ » [20].

4.10 Техничко-экономические показатели

1. Общая трудоемкость работ: $T_p = 611,0 \text{ чел.} - \text{дн.}$
2. Общая трудоемкость работы машин: $T_{\text{маш}} = 70,5 \text{ маш.} - \text{см.}$
3. Площадь стройплощадки: $S_{\text{общ}} = 21672 \text{ м}^2$.
4. Площадь застройки: $S_{\text{застр}} = 6482 \text{ м}^2$.
5. Площадь (общая) временных зданий: $S_{\text{врем}} = 166,2 \text{ м}^2$.
6. Площади складов:
 - открытых: $S_{\text{откр}} = 636,0 \text{ м}^2$;
 - навесов: $S_{\text{навес}} = 91,0 \text{ м}^2$.
7. Длина:
 - временных дорог: $L_{\text{вп.дор}} = 505,0 \text{ м}$;
 - водопровода: $L_{\text{вод}} = 100 \text{ м}$;
 - канализации: $L_{\text{кан}} = 65,0 \text{ м}$;
 - электрической линии: $L_{\text{освет}} = 425 \text{ м}$.
8. Число рабочих на стройке:
 - максимальное: $R_{\text{max}} = 12 \text{ чел.}$;
 - среднее: $R_{\text{ср}} = 8 \text{ чел.}$;
 - минимальное: $R_{\text{min}} = 8 \text{ чел.}$.
9. Коэффициенты неравномерности трудового потока:
 - по количеству рабочих: $\alpha = 0,67$;
 - по времени: $\beta = 0,5$.
10. Продолжительность работ: $P_{\text{общ}} = 71 \text{ день}$.

5 Экономика строительства

5.1 Пояснительная записка составленная к сметным расчетам по объекту «Кузнечно-прессовый цех»

Сметные расчеты сформированы на основании действующей сметно-нормативной базы, в соответствии с «Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (в ценах 2019 года).

Основанием для формирования сметной документации послужили определенные объемы работ по строительным чертежам ВКР.

Применялись следующие сметные нормативы:

– сборники укрупненных показателей стоимости строительства для Пензенской области (УПСС - 1 кв. 2019);

Приняты нижеперечисленные начисления:

– расходы на обустройство временных зданий и сооружений (ГСН 81-05-01-2001);

– резерв средств на непредвиденные работы и затраты - 3 %, согласно МДС 81–35.2004;

– налог на добавленную стоимость (НДС) - 20%, согласно ФЗ РФ от 03.08.2018 № 303-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации о налогах и сборах».

Сметная стоимость строительства кузнечно-прессового цеха составляет– 491489,03 тыс. руб.

Стоимость, приведенная на 1м³ составляет – 39,9 тыс. руб.

Подробный расчет представлен в приложении А.

5.2 Расчет стоимости проектных работ

Стоимость проектных работ определяется на основании справочника базовых цен на проектные работы для строительства на территории Самарской области в зависимости от категории сложности объекта и расчетной стоимости строительства рассчитывается:

- 1) Категория сложности проектируемого объекта – 3 [29, приложение 1, п.16.6].
- 2) Стоимость строительства – 310393,95 тыс. руб.
- 3) Норматив стоимости (α) основных проектно-изыскательских работ в % к стоимости строительства по классам сложности объекта – 3,22 [28, таблица 1].
- 4) Стоимость проектно-изыскательских работ определяется по формуле:

$$C_{np} = \frac{C_{расч.} \cdot \alpha}{100\%} \quad (5.1)$$

$$C_{np} = \frac{310393,95 \text{ тыс. руб.} \cdot 3,22}{100\%} = 9994,69 \text{ тыс. руб.}$$

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Конструктивно - технологическая и организационно - техническая характеристика рассматриваемого объекта «Кузнечно-прессовый цех».

Рассматриваем технологический процесс монтажа металлических конструкций покрытия.

Таблица 6.1 –Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технолог. процесс	Технологи. операция, вид выполняемых работ	Должность работника, выполняющего технологич. операцию	Оборудование, машины, механизмы	Материалы
1	Установка металлических конструкций покрытия	Монтажные работы	Монтажник стальных конструкций, сварщик	Кран стреловой, строп, лом монтажный стальной, траверса	Стальные фермы, прогоны стальные, профилированный стальной настил, болты, электроды

6.2 Выявление профессиональных рисков

В результате анализа технологического процесса произведено выявление профессиональных рисков на производстве (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Выявление профессиональных рисков на производстве

№ п/п	Производственная операция	Опасный (вредный) технологический фактор	Источник повышенной опасности на производстве
1	Установка металлических конструкций покрытия	Расположен. рабочего места на высоте	Лестница с опорной площадкой
		Вероятность падения монтируемого груза	Монтажный автомобильный кран
		Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Пыль, выхлопные отработанные газы, искры
		Подвижные части строительного оборудования	Монтажный автомобильный кран

6.3 Способы и средства уменьшения профессиональных рисков

На основе данных, приведенных в таблице 6.2 подобраны СИЗ (средства индивидуальной защиты). Подробные данные вынесены в таблицу В.1 приложения В.

6.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта проектирования

6.4.1 Выявление опасных факторов при пожаре

Опасные факторы и класс пожара рассмотрены в таблице В.2 приложения В.

6.4.2 Разработка средств и методов для обеспечения пожарной безопасности

Средства и оборудование для обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице В.3 приложения В.

6.4.3 Мероприятия по предотвращению пожара

Меры по снижению уровня пожарной опасности приведены в таблице В.4 приложения В.

6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Анализ экологических факторов, представлен в таблице В.5 приложения В. Меры по снижению отрицательного антропогенного влияния на окружающую среду представлены в таблице В.6 приложения В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе написания выпускной квалификационной работы, я подробно рассмотрел 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 металлоконструкций: подстропильных и стропильных ферм, прогонов, профнастила.

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 ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектирование одноэтажного производственного здания и административно-бытового корпуса промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Туснина [и др.]. - Москва : МГСУ : ЭБС АСВ, 2014. - 114 с. - ISBN 978-5-7264-0933-7. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27037.html> (дата обращения: 28.12.2018).
2. Выпускная квалификационная работа бакалавра [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. А. Коробова [и др.] ; Новосибир. гос. архит.-строит. ун-т (Сибстрин). - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2016. - 73 с. : ил. - ISBN 978-5-7795-0766-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68758.html> (дата обращения: 04.01.2019).
3. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Текст]. – введ. 24.06.2013. – Москва: МЧС России, 2013. – 128 с.
4. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Текст]. – введ. 01.07.2017. – Москва: Минстрой России, 2016. – 94 с.
5. СП 56.13330.2011 Производственные здания [Текст]. – введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион России, 2010. – 15 с.
6. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. – введ. 01.07.2013. – Москва: Госстрой России, 2012. – 198 с.
7. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия [Текст]. – введ. 28.08.2017. – Москва: ФГБОУ ВО НИУ МГСУ, 2017. – 82 с.
8. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. [Текст]. – введ. 01.07.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 96 с.
9. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. [Текст]. – введ. 01.01.2013. – Москва: Минстрой России, 2015. – 120 с.

10. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты [Электронный ресурс] : (включая специальный курс инженерной геологии) : учебник / Б. И. Далматов. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/90861/>. - Электроннобиблиотечная система "Лань" (дата обращения: 01.02.2019).
11. Кузин Н. Я. Проектирование и расчёт стальных ферм покрытий промышленных зданий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Я. Кузин. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2015. - 240 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php.book=432590>. - Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (дата обращения: 15.02.2019).
12. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. [Текст]. – введ. 04.06.2017. – Москва: Минстрой России, 2016. – 80 с.
13. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. [Текст]. – введ. 28.08.2017. – Москва: Минстрой России, 2017. – 140 с.
14. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. [Текст]. – введ. 17.06.2017. – Москва: Минстрой России, 2016. – 220 с.
15. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. [Текст]. – введ. 20.04.2018. – Москва: Минстрой России, 2017. – 163 с.
16. Дьячкова, О.Н. Технология строительного производства [Электронный ресурс]: учеб. Пособие / О.Н. Дьячкова. - Санкт-Петербург : СПбГАСУ : ЭБС АСВ, 2014. – 117 с.: – ISBN 978-5-9227-0508-0. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30015.html> / (дата обращения: 01.03.2019).
17. Юдина А. Ф. Технология строительного производства в задачах и примерах [Электронный ресурс] : (Производство земляных работ) :

- учеб. пособие / А. Ф. Юдина, А. Ф. Котрин, В. Д. Лихачев. - Санкт-Петербург : СПбГАСУ : ЭБС АСВ, 2013. - 90 с. - ISBN 978-5-9227-0458-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26880.html> / (дата обращения: 09.03.2019).
18. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые конструкции по охране труда*. [Текст]. – введ. 01.07.2003. – Москва : Госстрой России, 2013. – 151 с.
19. СП 12-136-2002. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ. [Текст]. – введ. 05.01.2003. – Москва : Госстрой России, 2002. – 9 с.
20. Маслова, Н.В. Организация строительного производства [Электронный ресурс]: электрон. учеб. –метод. пособие / Н.В. Маслова, Л.Б. Кивилевич ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. «Промышленное и гражданское строительство». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 147 с. : ил. – Библиогр. : с. 104-106. – Прил.: с.115-147. – Глоссарий : с. 107-114. - ISBN 978-5-8259-0890-8. : 1.00 / (дата обращения: 16.04.2018) / (дата обращения: 11.03.2019).
21. Михайлов А. Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Михайлов. - Москва : Инфра-Инженерия, 2016. - 296 с. : ил. - ISBN 978-5-9729-0134-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51728.html> / (дата обращения: 13.03.2019).
22. Михайлов А. Ю. Организация строительства. Стройгенплан [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Михайлов. - Москва : Инфра-Инженерия, 2016. - 172 с. : ил. - ISBN 978-5-9729-0113-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51729.html> / (дата обращения: 13.03.2019).

23. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. [Текст]. – введ. 20.05.2011. – Москва : Минрегион России, 2010. – 22 с.
24. Плотникова И. А. Сметное дело в строительстве [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. А. Плотникова, И. В. Сорокина. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 187 с. - ISBN 978-5-4486-0142-2. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70280.html> / (дата обращения: 14.03.2019).
25. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 №123 (ред. от 29.07.2017). URL: <http://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 15.03.2019).
26. ГОСТ Р 21.501-2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. [Текст]. – введ. 01.05.2013. – Москва : Росстандарт, 2012. – 42 с.
27. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам. [Текст]. – введ. 01.07.1974. – Москва : Стандартиформ, 2004. – 70 с.
28. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные. [Текст]. – введ. 01.01.1982. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 21 с.
29. Справочник базовых цен на проектные работы для строительства на территории Самарской области [Электронный ресурс]: 25.08.2003 Департамент по строительству, архитектуре, жилищно-коммунальному и дорожному хозяйству Администрации Самарской области. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293825/4293825584.htm/> (дата обращения 21.05.2019).
30. Никитин В. М. Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ [Текст] : пособие / В. М. Никитин, С. А. Платонов. – Санкт-Петербург : Спб отделение ООФ «ЦКС», 2011. – 235 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Сводный сметный расчет стоимости строительства

"УТВЕРЖДЕН" " " "							
Сводный сметный расчет в сумме	491489,03 тыс. руб.						
В том числе возвратных сумм							
(ссылка на документ об утверждении)							
СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ССР-01							
Кузнечно-прессовый цех							
(наименование стройки)							
Составлен в ценах 2019							
№ п/п	Сметные расчеты и сметы	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Стоимость по видам работ, тыс. руб.				Суммарная сметная стоимость, тыс.руб.
			Работы по строительству	Работы по монтажу	Инвентарь мебель и прочие принадлежности	Другие расходы	
1	2	3	4	5	6	7	8
		Глава 2. Основные объекты строительства:					
	ОС-02-01	Общестроительные работы	310393,95	-	-	-	310393,95
	ОС-02-02	Внутренние системы и оборудование	29145,55	31236,16	-	-	60381,71
		Итого по главе 2:	339539,50	31236,16	-	-	370775,66
		Глава 7. Благоустройство и озеленение территории					
	ОС-02-03	Благоустройство и озеленение	10020,17	-	-	-	10020,17
		Итого по главе 7:	10020,17	-	-	-	10020,17
		ИТОГО по главам 1-7:	349559,67	31236,16	-	-	380795,83
		Глава 8. Временные здания и сооружения					
	ГСН 81-05-01-2001 п. 4.2	Временные здания и сооружения 1,8%	6292,07	562,25	-	-	6854,32

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
		Итого по главам 1-8:	355851,74	31798,41	-	--	387650,15
		Глава 12. Проектно- изыскательски е работы:					
	СБЦ на проектные работы, табл. 1	Проектные работы 3,22%	-	-	-	9994,69	9994,69
		Итого по главе 12:					
		Итого по главам 1-12:	355851,74	31798,41	-	9994,69	397644,84
		Непредвиденн ые расходы:					
	МДС 81- 35.2004	Резерв средств на непредвиденные работы и заграты 3%	10675,55	953,95	-	299,84	11929,35
		Итого:	366527,29	32752,36	-	10294,5	409574,19
		Налоги:					
		НДС 20%	73305,46	6550,47	-	2058,91	81914,84
		Итого по сметному расчету:	439832,75	39302,83	-	12353,4	491489,03

Таблица А.2 – Объектный сметный расчет на общестроительные работы

г. Пенза										
ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № ОС-02-01										
(ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА)										
на строительство		Кузнечно-прессовый цех. Общестроительные работы								
		(наименование объекта)								
Сметная стоимость		310393,95 тыс.руб.								
Средства на оплату труда		0.00 тыс.руб.								
Расчетный измеритель единичной стоимости		м ³								
Составлен(а) в ценах по состоянию на		2019 г.								Объем здания: 122977 м ³
N п/п	Номер расчета	Производимая работа	Стоимость по видам работ, тыс. руб.					Оплата труда рабочих, тыс. руб.	Единичная стоимость, руб.	
			Работы по строительству	Работы по монтажу	Инвентарь мебель и прочие принадлежности	Другие расходы	Общее			
1	УПСС 3.1-105	Земляные работы, подземная часть	26563,03	-	-	-	26563,03	-	231,00	
2	УПСС 3.1-105	Возведение каркаса	151015,76	-	-	-	151015,76	-	1249,00	
3	УПСС 3.1-105	Возведение стен	23734,56	-	-	-	23734,56	-	205,00	
4	УПСС 3.1-105	Кровельные работы	35048,45	-	-	-	35048,45	-	322,00	
5	УПСС 3.1-105	Окна, двери	18323,57	-	-	-	18323,57	-	149,00	
6	УПСС 3.1-105	Полы	19430,37	-	-	-	19430,37	-	181,00	
7	УПСС 3.1-105	Внутренняя отделка	13896,40	-	-	-	13896,40	-	134,00	
8	УПСС 3.1-105	Другие работы	22381,81	-	-	-	22381,81	-	212,00	
		Итого по смете:	310393,95	-	-	-	310393,95	-	-	
		Всего затрат по смете:	310393,95	-	-	-	310393,95	-	-	

Таблица А.3 – Объектный сметный расчет на внутренние инженерные системы и оборудование

г. Пенза										
ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № ОС-02-02										
(ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА)										
на строительство		Кузнечно-прессовый цех. Внутренние инженерные системы и оборудование								
		(наименование объекта)								
Сметная стоимость		60381,71 тыс.руб.								
Средства на оплату труда		0.00 тыс.руб.								
Расчетный измеритель единичной стоимости		м ³								
Составлен(а) в ценах по состоянию на		2019 г. Объем здания: 122977 м³								
N п/п	Номер расчета	Производимая работа	Стоимость по видам работ, тыс. руб.					Оплата труда рабочих, тыс. руб.	Единичная стоимость, руб.	
			Работы по строительству	Работы по монтажу	Инвентарь мебель и прочие принадлежности	Другие расходы	Общее			
1	УПСС 3.2-112	Отопление и вентиляция	18200,60	-	-	-	18200,60	-	148,00	
2	УПСС 3.2-112	Горячее, холодное водоснабжение, канализация, газификация внутренние водостоки,	10944,95	-	-	-	10944,95	-	89,00	
3	УПСС 3.2-112	Электроснабжение и освещение	-	19553,34	-	-	19553,34	-	159,00	
4	УПСС 3.2-112	Слаботочные устр-ва	-	3443,36	-	-	3443,36	-	28,00	
5	УПСС 3.2-112	Прочее оборудование	-	8239,46	-	-	8239,46	-	67,00	
		Итого по смете:	29145,55	31236,16	-	-	60381,71	-		
		Всего затрат по смете:	29145,55	31236,16	-	-	60381,71	-		

Таблица А.4 – Объектный сметный расчет на благоустройство и озеленение

г. Пенза										
ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № ОС-02-02										
(ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА)										
на строительство		Кузнечно-прессовый цех. Благоустройство, озеленение.								
		(наименование объекта)								
Сметная стоимость		10020,17 тыс.руб.								
Средства на оплату труда		0.00 тыс.руб.								
Расчетный измеритель единичной стоимости		м ²								
Составлен(а) в ценах по состоянию на		2019 г.								
N п/п	Номера сметных расчетов (смет)	Наименование работ и затрат	Стоимость по видам работ, тыс. руб.					Кол-во	Показатель единичной стоимости, руб.	
			Работы по строительству	Работы по монтажу	Инвентарь мебель и прочие принадлежности	Другие расходы	Общее			
1	УПВР 3.1.-01-001	Покрытие из асфальтобетона	4622,40	-	-	-	4622,40	3600 м ²	1467,00	
2	УПВР 3.2 -01-001	Озеленение земельного участка, посадка деревьев, посадка кустарников, устройство газонов	5397,77	-	-	-	5397,77	6800 м ²	920,78	
		Итого затраты по смете:	10020,17	-	-	-	10020,17	-	-	
		Всего по смете:	10020,17	-	-	-	10020,17	-	-	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Потребность в складских площадках

Требуемые ресурсы	Период выработки, дн.	Потребность в ресурсах		Запас строительных материалов		Площадь складов			Размер складской площадки и метод хранения
		Общая	Суточная	Кол-во дней	Кол-во матер. Q зап	Норма на 1 м.кв.	Полезная F _{пол} , м.кв.	Общая F _{общ} , м.кв.	
складские площадки открытого типа									
Стеновые панели типа «сэндвич»	16	745,7 м ³	46,6 м ³	1	66,6 м ³	0,5-0,8 м ³	83,3	104,0	В вертикальном положении
Стальные конструкции	21	596 т	28,3 т	5	202,3	0,3-0,5 т	404,7	486	
Кирпич	3	7877 шт.	2626 шт.	3	7877 шт.	400 шт.	19,7	24,6	Штабель в 2 яруса
Оконные переплеты стальные	2	9 т	4,5 т	2	9 т	0,3-0,5 т	18,0	21,4	Штабель
								Σ=636	
Навесы									
Утеплитель «Rockwool»	7	6482 м ²	926 м ²	1	1324 м ²	40 м ²	33,1	40,0	Штабель
Профнастил	11	6482 м ²	589 м ²	1	843 м ²	29 м ²	29,1	35,0	В горизонтальных стопах
Полимерная мембрана «Sikaplan»	9	162 рул.	18 рул.	9	162 рул.	15 рул.	10,8	16,0	Штабель
								Σ=91	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1. – Методы уменьшения воздействия вредных технологических факторов

№ п/п	Опасный (вредный) технологический процесс	Методы защиты, устранения опасного (вредного) технологического процесса	Средства индивидуальной защиты
1	Расположение рабочего места на высоте	Использование защитных ограждений, предупреждающих знаков, страховочной системы	Страховочная система, строительная каска
2	Вероятность падения груза	Использование средств индивидуальной защиты	Строительная каска
3	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны		Очки защитные
4	Подвижные части оборудования		Костюм сигнал. антистатический, обувь с жестким носком или металлической вставкой

Таблица В.2 – Выявление категории и опасных проявлений пожара

№ п/п	Наименование объекта (производственной площадки)	Оборудование, машины, механизмы	Категория пожара	Основные проявления пожара	Второстепенные проявления пожара
1	Кузнечно-прессовый цех	Кран на автомобильном ходу	Класс В	Искры и пламя, понижение концентрации кислорода, тепловой поток, снижен. видимости в дыму.	Осколки, части разрушенных зданий, сооружений, работающих производственных установок

Таблица В.3 – 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,	Пожарные гидранты	Не предусмотрены	Пожарные гидранты,	Аппарат защиты	Топор, лом,	01,с мобильно

Продолжение таблицы В.3

1	2	3	4	5	6	7
огнетушитель ОХП-10 – 4 шт.			щиты	органов дыхания пути эвакуации	багор, крюк, лопата, устройство для резки воздушных линий электропередачи	номер телефона 112

Таблица В.4 – 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
Установка металлических конструкций покрытия кузнечно-прессового цеха	Монтажные работы; работы по электросварке	Требование соблюдать правила пожарной безопасности, которые предусмотрены Постановлением Правительства Российской Федерации N390 от 25.04.2012г.

Таблица В.5 – 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 экологическое воздействие объекта проектирования на атмосферу	Отрицательное экологическое 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, прогонов и настила кузнечно-прессового цеха	Работа автомобильного транспорта и эл.инструмента	Загрязнение воздушных масс газами	Мойка автоколес	Появление строительного мусора

Таблица В.6 – Меры по снижению отрицательного антропогенного влияния на окружающую среду

Наименование технического объекта	Кузнечно-прессовый цех
-----------------------------------	------------------------

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.
Меры по снижению отрицательного антропогенного влияния на лит сферу	Строительный мусор складировать в мусорные баки и контейнеры; отходы увозит мусоровоз