

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)
Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой:

_____ Г.А. Пикус
«__» _____ 2021 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе бакалавра на тему:

_____ Административное здание со складом _____

ЮУрГУ 08.03.01 «Строительство». АСИ-505. ПЗ ВКР

Консультант раздела Архитектура:

Кравченко Т.А. _____

«__» _____ 2021 г.

Консультант Расчетно-конструктивного
раздела:

Букреев А.Б. _____

«__» _____ 2021 г.

Консультант раздела Технологии и
Организации строительства:

Киянец А.В. _____

«__» _____ 2021 г.

Руководитель: Доцент, к.т.н.

Киянец А.В. _____

«__» _____ 2021 г.

Проверка по системе антиплагиат: _____%

«__» _____ 2021 г.

Нормоконтролер:

Киянец А.В. _____

«__» _____ 2021 г.

Автор ВКР:

Минибаев Н.С. _____

«__» _____ 2021 г.

г. Челябинск - 2021

АННОТАЦИЯ

Минибаев Никита Сергеевич – Административное здание со складом. - Челябинск, Южно-Уральский государственный университет, факультет СПТС, 2021 г. -95с., 28илл.,11 табл., список литературы - 23 наименований.

В пояснительной записке представлены четыре разделов, включающие в себя архитектурно-конструктивную, расчетно-конструктивную часть, технологическую часть, организацию строительного производства.

В расчетно-конструктивном была рассчитана колонна и ферма.

Организационно-технологической часть включает проект производства работ при строительстве объекта и обоснование решений по технологии на металлокаркас здания склада, разработан стройгенплан и календарный график.

Согласовано			

Учеб. №	Исполн.	Согласовано	М.п.
		Согласовано	М.п.
		Согласовано	М.п.
		Согласовано	М.п.

08.03.01.2021-ПЗ					
Изм.	Коли	Лис	№до	Подпи	Дат
Зав.каф.			Пикус		
Н.контр.			Киянец		
Руковод.			Киянец		
Разраб.			Минибае		
Административное здание со складом			Стади	Лист	Листов
			ВКР	4	97
Пояснительная записка			ЮУрГУ Кафедра СПТС		

Оглавление

Введение.	7
1. Архитектурно-конструктивная часть	8
1.1.Существующая градостроительная ситуация.	8
1.2.Архитектурно-планировочное решение.....	9
1.3.Основные объемно-планировочные показатели.....	11
1.4.Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений .	12
1.5.Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.....	13
1.6. Теплотехнический расчет	14
2. Расчетно-конструктивная часть.....	17
2.1. Расчет фермы	17
2.1.1.Схема конструкции покрытия по фермам.....	17
2.1.2.Определение нагрузок на ферму	18
2.1.2.1.Постоянная нагрузка	18
2.1.2.2.Снеговая нагрузка.....	18
2.1.2.3.Нагрузка на узел фермы	18
2.1.3.Определение усилий в стержнях фермы	18
2.1.3.1.Подбор сечений стержней фермы	20
2.1.3.2.Подбор сечения стержней верхнего пояса	20
2.1.3.3.Подбор сечения нижнего пояса	21
2.1.3.4.Подбор сечения раскосов	22
2.1.4.Расчет сварных угловых швов	25
2.2. Расчет и конструирование колонны	28
2.2.1. Сбор нагрузок	29
2.2.2. Расчетная схема. Определение нагрузок на колонну	29
2.2.3. Подбор сечения колонны	30

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

2.2.4.Конструирование и расчет базы колонны.....	32
2.2.5.Конструирование и расчет базы колонны.....	36
3. Организационно-технологический.....	38
3.1 Общие данные	38
3.2 Краткая характеристика участка строительства	38
3.3 Организация строительной площадки	38
3.3.1 Подготовительный период.....	39
3.3.2 Основной период	40
3.3.3. Ведомость объемов работ	41
3.3.3. Калькуляция трудозатрат и затрат машинного времени на строительство	43
3.3.3. Разработка календарного плана основного периода строительства отдельного здания	46
3.4. Организация строительной площадки	47
3.4.1. Привязка монтажных кранов.	47
3.4.1.1. Выбор монтажного крана.....	47
3.4.1.2. Расчет опасных зон работы кранов	54
3.4.2. Приобъектные склады.....	57
3.4.3. Временные мобильные здания.....	59
3.4.4. Обоснование потребности строительства в воде.....	61
3.4.5. Обоснование потребности в электроэнергии.....	63
3.4.6.Обоснование потребности в освещении	65
3.5. Техника безопасности на стройплощадке.....	66
4. Технологическая карта на возведение металлического каркаса.....	71
4.1. Калькуляция трудозатрат на монтаж.	71
4.2. Технология и организация процесса	72
4.2.1. Монтаж каркаса	72

4.2.2. Укрупнительная сборка и устойчивость монтируемых конструкций.	79
4.2.3. Сварочные работы выполняют после проверки правильности монтажа конструкций.....	84
4.2.4. Монтаж сэндвич панелей.....	85
4.3. Контроль качества.	91
4.3.1. Контроль качества монтажных работ.....	91
4.3.2. Контроль качества сварочных работ	94
4.3.3 Контроль качества и приемки сэндвич панелей	96
Список используемой литературы	97

Введение.

В настоящее время большая часть складов проектируется: для хранения сырья и готовой продукции, в меньшей степени здесь хранят незавершенное производство, расходуемые материалы и запасные части.

С каждым годом склады выполняют все больше функций и назначений, которые нужно учитывать в проектирование, рассмотрим их ниже:

- временное размещение и хранение материальных запасов;
- преобразование материальных потоков;
- обеспечение логистического сервиса в системе обслуживания.

Урбанизация городов диктует все больше функций для зданий. Совмещение несколько функциональных зон на одной территории повышает экономику предприятия и объекта строительства. По этому, я попытался объединить административно-бытовой части со складским помещением. Создать гармоничный объект, объединяющий несколько функциональных задач.

Объектом выпускной квалифицированной работы является склад заготовок с пристроенным 4-х этажным зданием административно-бытового корпуса. В моем, дипломном проектировании будет большее внимание уделено складской части.

К любому складскому помещению необходимо организовать на генплане удобную инфраструктуру транспортной доступности для разгрузки и загрузки автомашин. Для офисной части разработать пешеходную зону.

При проектировании складских помещений стараются руководствоваться двумя ключевыми терминами: компактность и вместимость. Это значит, при меньшей площади склада вмещать больше продукции. Благодаря этому повышается экономическая эффективность складов.

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

1. Архитектурно-конструктивная часть

1.1. Существующая градостроительная ситуация.

Проектируемое здание склада с АБК располагается в Ленинском районе города Челябинска в границах переулка Бугурусланский 1.

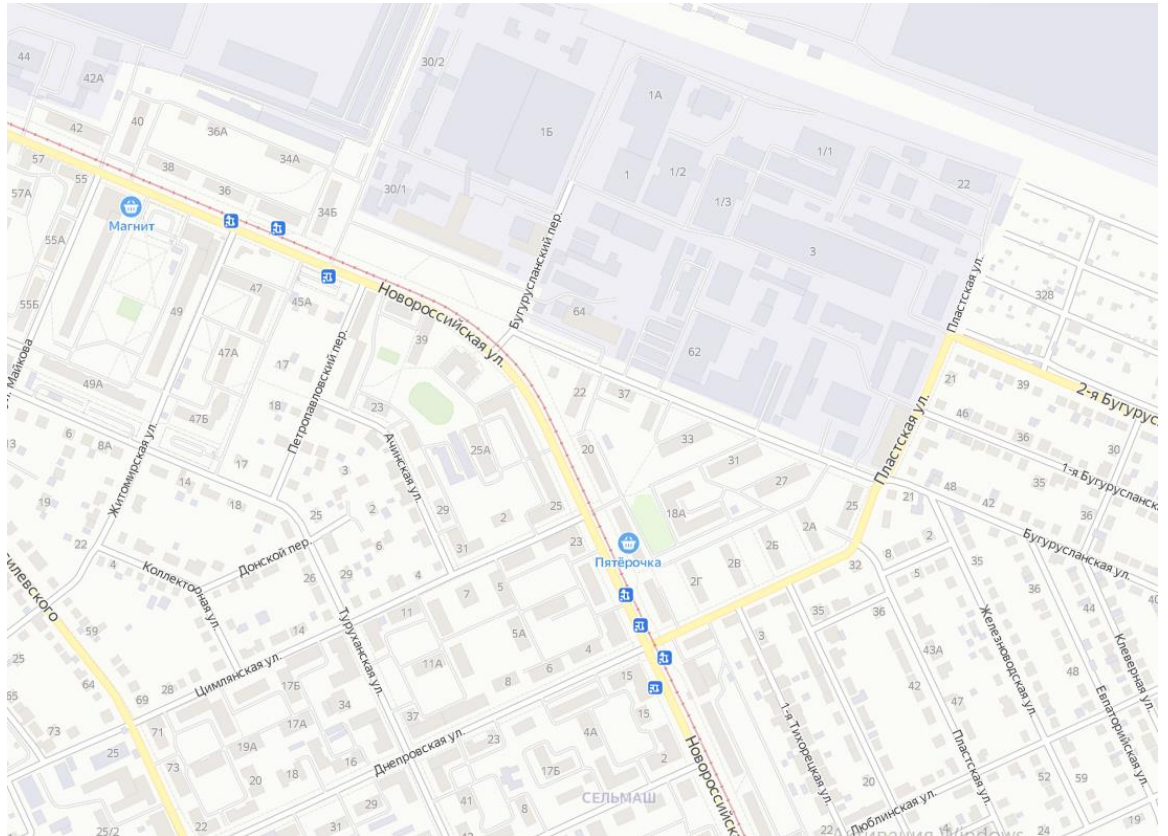


Рисунок 1.1. Местонахождение участка проектирования.

В настоящее время выбранная площадка свободна от застройки и зеленых насаждений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

8

1.2. Архитектурно-планировочное решение

Проектируемое здание выполнено тремя пожарными отсеками; первый — ремонтный бокс и мойки в осях в осях 1-4 и А-В; второй — помещения склада в осях 7-16 и А-1- Д-1 и зона погрузки в осях 1-6 и В-Д; третий пожарный отсек — помещения АБК в осях 1-6 А-Д со 2-го по 4-ый этажи и пом.106 вестибюль 1 этаж.

По функциональной пожароопасности выделены следующие классы:

Ф 4.3 — здания контор, офисов;

Ф 5.1 - производственные здания, сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские;

Степень огнестойкости здания АБК — III

Степень огнестойкости здания склада - III

Класс конструктивной пожароопасности здания АБК и здания склада— С0

За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола первого этажа помещений склада и зоны погрузки большегрузного автотранспорта, что соответствует отметке 231,62 м топоосновы. Помещения вестибюля, санитарных узлов первого этажа расположены на отметке -0,85 м, помещения ремонтного бокса и мойки грузового автотранспорта (на один пост) на отметке -1,450 м. Такое решение необходимо по технологии, т. к. для погрузки фур нужна отметка +1,2 м от уровня дорожного покрытия (ворота для погрузки-разгрузки оборудованы перегрузочными мостами и герметизаторами проемов). А уровень пола ремонтного бокса и мойки должен соответствовать уровню дороги. Отметка -0,85 вестибюля и прилегающих помещений обусловлена перепадом рельефа. Эвакуационные выходы ремонтного бокса и мойки предусмотрены через калитки в воротах и через вестибюль главного входа.

Высота помещений мойки и ремонтного бокса и мойки 4.95 м (от пола до потолка). Главный вход в здание с помещением охраны располагаются в осях 5-6.

Здание в плане имеет прямоугольную форму с габаритными размерами в осях 85.5*23.5 (24.0) м.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

Козырек аккумуляторной и технических помещений — покрытие из профилированного листа;

Ограждающие конструкции склада, пристроенных технических помещений — сэндвич-панели.

При разработке цветового решения фасада АБК, применен принцип формирования основного объема в границах 2,3,4 этажей как монолитного параллелепипеда. Основной цвет — насыщенный синий. В разработке фасада применены узкие вертикальные вставки белого и мятного цвета. Основной объем «оторван» от земли при помощи вспомогательного объема 1-го этажа, облицованного металлическими фасадными кассетами светло-серого цвета.

В разработке фасадов объема склада использован прием «мозаики» из сэндвич-панелей нескольких цветов.

1.3. Основные объемно-планировочные показатели

Таблица 1.1

Наименование показателей	Ед.изм.	Количество
Площадь застройки	м ²	2307,04
Общая площадь здания	м ²	4499,86
Общий строительный объем	м ³	27673,33
В том числе выше отметки ±0,00 (надземная часть)	м ³	25054,17
В том числе ниже отметки ±0,00 (подземный части)	м ³	2619,16

1.4. Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений

Здание склада имеет несущий металлокаркас. Несущими элементами каркаса служат металлические колонны и фермы. Ограждающие конструкции-сэндвич-панели толщиной 120мм, с минераловатным утеплителем $g = 78-88$ кг/м³.

Фундаменты – столбчатые монолитные из бетона В25. Под сэндвич панели выполнены монолитные стены из бетона В25. Под входные группы – фундамент из блоков.

В качестве основных несущих конструкций покрытия склада приняты фермы из парных уголков пролетом 24м. Шаг стропильных ферм 6м. Здание однопролетное. Устойчивость ферм из плоскости обеспечивается системой вертикальных и горизонтальных связей и распорок. Устойчивость каркаса в продольном направлении обеспечена вертикальными связями и распорками.

Опираание стропильных ферм на колонны шарнирное. Опираание колонн на фундаменты жесткое.

Прогоны покрытия запроектированы из холодногнутых швеллеров по ГОСТ 8278-83 по неразрезной схеме.

Колонны – двутавры стальные горячекатаные с параллельными полками 30К1 по СТО АСЧМ20-93; трубы квадратные 180х6 по ГОСТ 30245-2003.

Ферма длиной 24м выполнена из уголков (см. КР2).

Наружные стены – сэндвич панели толщиной 120мм.

Кровля склада предполагается по профилированному настилу послойной сборки с утеплителем из ЛайнРок РУФ Н $g=110$ кг/м³ $h=150$ мм, пенополистирол $g=35$ кг/м³ $h=40$ мм и покрытием из мембраны LOGICROOF.

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

1.5. Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения

Кабинеты здания АБК - стены - высококачественная штукатурка, окраска высококачественными акриловыми водостойкими красками; пол — линолеум; потолок — подвесной типа «Армстронг».

Коридоры, холлы, выставочный зал - стены - высококачественная штукатурка, окраска высококачественными акриловыми водостойкими красками; пол — керамический гранит; потолок — подвесной ячеистый «Грильято».

Медицинский кабинет - стены - высококачественная штукатурка, окраска высококачественными акриловыми водостойкими красками; пол — керамический гранит; потолок — подвесной типа «Армстронг» Bioguard;

Санитарные узлы, комнаты уборочного инвентаря, душевые - стены — облицовка керамической глазурованной плиткой на высоту 2100 мм; пол — гидроизоляция CeresitCR 65, керамическая плитка с противоскользящей поверхностью; потолок — водоэмульсионная окраска улучшенная водостойкая;

склад, ремонтный бокс, мойки, - пол — бетонная стяжка с полиуретановым покрытием типа «Элакор-ПУ».

Технические и подсобные помещения - стены — простая штукатурка, водоэмульсионная окраска простая водостойкая; пол — бетонная стяжка; потолок — водоэмульсионная окраска простая водостойкая.

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

1.6. Теплотехнический расчет

Район строительства: Челябинск

Относительная влажность воздуха: $\varphi_{в}=55\%$

Тип здания или помещения: Производственные

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены.

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$

Согласно таблицы 1 СП [11] при температуре внутреннего воздуха здания $t_{\text{int}}=18^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\varphi_{\text{int}}=55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче Ro^{TP} исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) [11]) согласно формуле:

$$Ro^{mp}=a \cdot ГСОП + b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 [11] для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- наружные стены и типа здания - производственные $a=0.0002; b=1$

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) [11]

$$\text{ГСОП}=(t_{в}-t_{от})z_{от}$$

где $t_{в}$ -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{в}=18^{\circ}\text{C}$$

$t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$ принимаемые по таблице 1 [12] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - производственные

$$t_{ов}=-6.6^{\circ}\text{C}$$

$z_{от}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 [12] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - производственные

$$z_{от}=212 \text{ сут.}$$

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ				

Тогда

$$ГСОП=(18-(-6.6))212=5215,2 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$$

По формуле в таблице 3 [11] определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи $R_{0}^{тр}$ ($\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$).

$$R_{0}^{норм}=0,0002*5215,2+1=2,04\text{м}^2\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Челябинск относится к зоне влажности - сухой, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 [11] теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке 1.2:

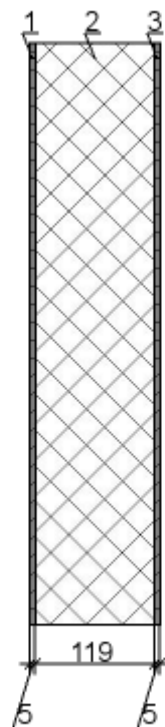


Рис. 1.2. Схема конструкции ограждающей конструкции

1. Профлист оцинкованный, толщина $\delta_1=0.005\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A1}=58\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

2. Базальтовый утеплитель Isovol CC, толщина $\delta_2=0.119\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A2}=0.036\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

3. Профлист оцинкованный, толщина $\delta_3=0.005\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A3}=58\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

15

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{усл}$, ($м^2\text{°C}/\text{Вт}$) определим по формуле Е.6 [1]:

$$R_0^{усл} = 1/\alpha_{int} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext}$$

где α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$, принимаемый по таблице 4 [1]

$$\alpha_{int} = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 [1]

$\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ -согласно п.3 таблицы 6 [1] для наружных стен.

$$R_0^{усл} = 1/8.7 + 0.005/58 + 0.119/0.036 + 0.005/58 + 1/23$$

$$R_0^{усл} = 3.5 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{пр}$, ($м^2\text{°C}/\text{Вт}$) определим по формуле 11 [3]:

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r$$

r -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r = 0.92$$

Тогда

$$R_0^{пр} = 3.5 \cdot 0.92 = 3.22 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_0^{пр}$ больше требуемого $R_0^{норм}$ ($3.22 > 2.04$) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

16

2. Расчетно-конструктивная часть

2.1. Расчет фермы

Исходные данные

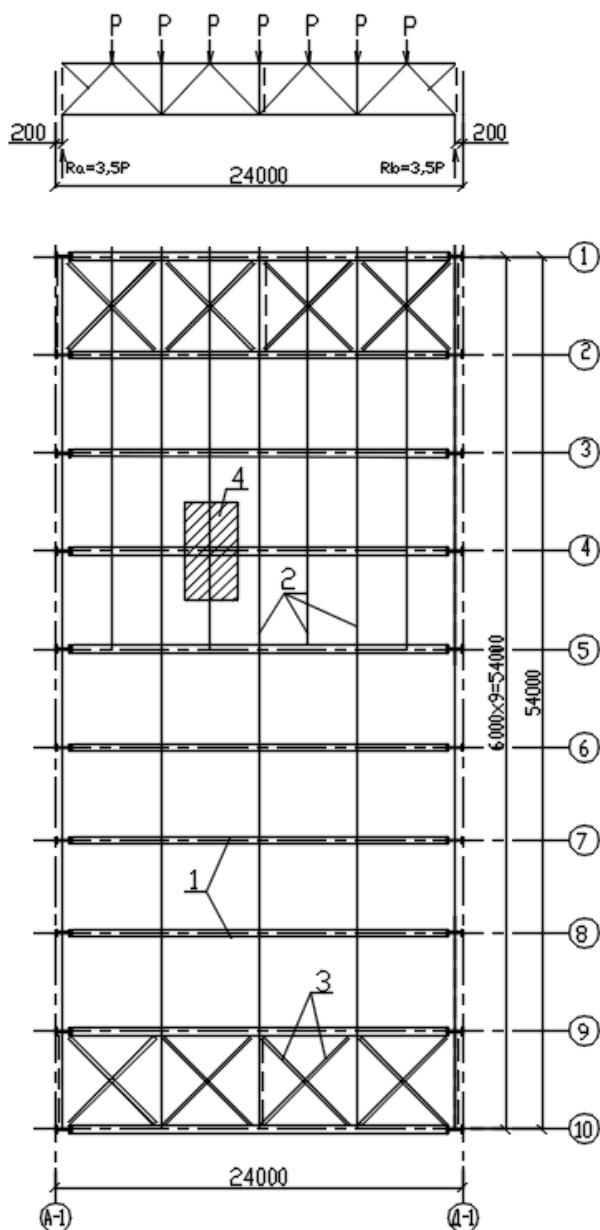
Место строительства - г. Челябинск

Пролет здания $L=24\text{м}$.

Длина здания 54м

2.1.1. Схема конструкции покрытия по фермам

Высота фермы на опоре $2,25\text{ м}$



План ферм, связей и прогонов по верхним поясам ферм

План ферм, связей по нижним поясам ферм

Рис. 2.1. Схема покрытия по фермам.

1 – стропильные фермы;

2 – прогоны;

3 – система связей;

4 – грузовая площадь на

узел фермы

2.1.2. Определение нагрузок на ферму

2.1.2.1. Постоянная нагрузка

Таблица 2.1

№	Наименование нагрузки	q_n , кН/м ²	γ_f	q_p , кН/м ²
1.	Полимерная мембрана Logicroof RP	0,018	1,3	0,023
2.	Разделительный слой – стеклохолст 110 г/м ²	0,0011	1,3	0,0015
4.	Утеплитель – пенополистирол $\rho=35$ кг/м ³ толщиной 40 мм	0,014	1,3	0,0182
	Утеплитель – ЛАЙНРОК РУФ $\rho=110$ кг/м ³ толщиной 150 мм	0,165	1,3	0,215
5.	Пароизоляция из одного слоя фольгоизола	0,05	1,3	0,06
6.	Стальной профнастил толщиной 0,7 мм	0,09	1,05	0,95
7.	Стальные прогоны: -сплошные из швеллеров пролетом 6 м	0,11	1,05	0,16
8.	Стропильные фермы со связями	0,15	1,05	0,16
	Всего:			1,43

2.1.2.2. Снеговая нагрузка

Согласно СП [4] г. Челябинск относится к третьему снеговому району. Нормативное значение веса снегового покрова для принятого снегового района строительства составляет 150 кгс/м²

Расчетная снеговая нагрузка $150 \cdot 1,4 = 210$ кгс/м² (2,1 кН/м²)

2.1.2.3. Нагрузка на узел фермы

Грузовая площадь для определения нагрузок на узел фермы составляет

$$A_{гр} = 3,0 \cdot 6,0 = 18 \text{ м}^2.$$

Нагрузка расчетная на каждый узел фермы составляет:

$$P = A_{гр} (q_{пок} + q_{сн}) = 18 \cdot (1,43 + 2,1) = 63,6 \text{ кН}.$$

2.1.3. Определение усилий в стержнях фермы

Существуют различные методы определения усилий в стержнях фермы (вырезание узлов, метод моментных точек, метод сечений, графический метод Максвелла-Кремоны и др.)

Усилия в стержнях фермы определяем графоаналитическим методом

					<i>08.03.01.2021-ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

по диаграмме Максвелла-Кремоны от суммарного действия постоянной и снеговой нагрузок, так как они обе равномерно распределенные и другие загрузки в ферме отсутствуют.

При сопряжении фермы и колонны с помощью надколонника нагрузка с покрытия передается на него, и сосредоточенная сила на верхний опорный узел фермы будет отсутствовать.

Строим диаграмму для половины фермы, так как от симметричной нагрузки диаграмма усилий для второй половины фермы будет выглядеть как зеркальное отражение.

Результаты статического расчета фермы от указанных нагрузений приведены на рис.2.2 и в табл.2.1.

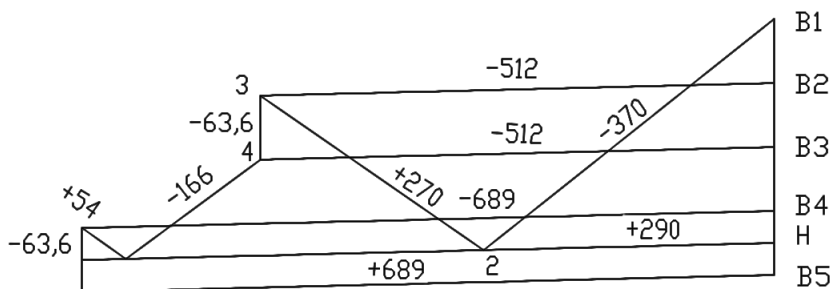
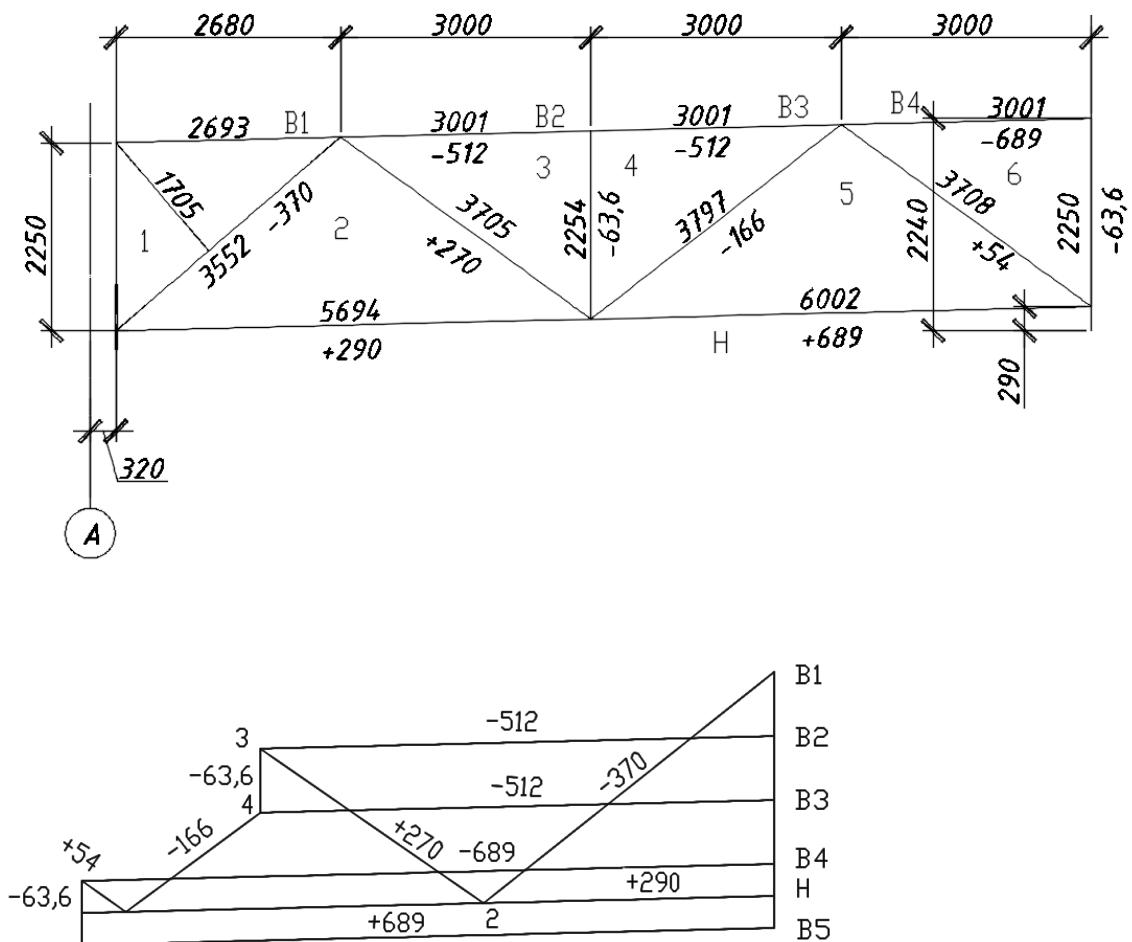


Рис. 2.2. Диаграмма усилий от суммарной равномерно распределенной нагрузки (постоянная и снеговая)

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

19

2.1.3.1. Подбор сечений стержней фермы

Для г. Челябинска минимальная температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 составляет минус 35⁰С. Табл. 3.1 [7]

Стропильные фермы относятся к группе 2 ответственности конструкций [7]. Проектируем стержни фермы из стали С245 с $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$ из прокатных не равнополочных уголков (ГОСТ 8510-86) и равнополочных (ГОСТ 8509-93).

2.1.3.2. Подбор сечения стержней верхнего пояса

Стержни В1, В2, В3. Расчётное усилие $N = -512 \text{ кН}$.

Зазор между вертикальными полками уголков равен толщине узловых фасонок 10 мм по максимальному усилию 370 кН.

Расчетная длина в плоскости фермы $l_{ef} = 3 \text{ м}$, т.е. равна расстоянию между узлами верхнего пояса. Расчетная длина из плоскости фермы равна расстоянию между узлами связей по верхнему поясу $l_{ef} = 6 \text{ м}$.

Задаемся гибкостью $\lambda = 70$ и по таблице 72 [7] находим $\varphi = 0,754$

Требуемая площадь сечения стержней верхнего пояса фермы равна:

$$A_{тр} = \frac{N_{вп}}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{512}{0,754 * 24 * 0,95} = 29,8 \text{ см}^2$$

Принимаем сечение из двух равнобоких уголков 140x9 мм, для которых

$$A = 2 * 24,72 = 49,44 \text{ см}^2; \quad i_x = 4,34 \text{ см}; \quad i_y = 6,16 \text{ см};$$

$$\lambda_x = l_{ef} / i_x = \frac{300}{4,34} = 69; \quad \lambda_y = l_{ef} / i_y = \frac{600}{6,1} = 98$$

По таблице 72 [7] $\varphi_x = 0,76$ $\varphi_y = 0,556$

Вычисляем нормальные напряжения:

$$\sigma_x = N / \varphi_x A = \frac{512}{0,76 * 49,44} = 13,6 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_y = N / \varphi_y A = \frac{512}{0,556 * 49,44} = 18,7 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Прочность обеспечена.

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

Аналогично подбираем сечение стержней В4.

Расчётное усилие $N = -689\text{кН}$.

Задаемся гибкостью $\lambda = 70$ и по таблице 72 [7] находим $\varphi = 0,754$

Требуемая площадь сечения стержней верхнего пояса фермы равна:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{вп}}}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{689}{0,754 * 24 * 0,95} = 40 \text{ см}^2$$

Принимаем сечение из двух равнобоких уголков 160x10 мм, для которых

$$A = 2 * 31,43 = 62,86 \text{ см}^2; \quad i_x = 4,96 \text{ см}; \quad i_y = 6,97 \text{ см};$$

$$\lambda_x = \ell_{\text{ef}} / i_x = \frac{300}{4,96} = 60; \quad \lambda_y = \ell_{\text{ef}} / i_y = \frac{600}{6,91} = 86$$

По таблице 72 [7] $\varphi_x = 0,805$ $\varphi_y = 0,641$

Вычисляем нормальные напряжения:

$$\sigma_x = N / \varphi_x A = \frac{689}{0,805 * 62,83} = 13,7 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_y = N / \varphi_y A = \frac{689}{0,641 * 62,86} = 17,1 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Прочность обеспечена.

Так как пролет фермы 24 м и размеры сечения верхнего пояса отличаются несущественно, принимаем верхний пояс без стыков по длине (до середине пролета фермы) постоянного сечения из двух уголков 160x10, составленных в тавр.

2.1.3.3. Подбор сечения нижнего пояса

Нижний пояс проектируем в целях уменьшения количества типоразмеров стержней без изменения сечения по длине по максимальному усилию. Стержни Н5. Расчётное усилие $N = 689\text{кН}$.

В соответствие с СНиП [7] табл. 20* предельная гибкость поясов плоских ферм при воздействии статических нагрузок принимается равной $[\lambda] = 400$.

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ				

$$A_{тр} = \frac{N_{вп}}{R_y \gamma_c} = \frac{689}{24 * 0,95} = 30,2$$

Принимаем сечение из двух равнобоких уголков 110x8мм.

$$A = 2 * 17,2 = 34,4 \text{ см}^2; \quad i_x = 3,39 \text{ см}; \quad i_y = 4,87 \text{ см};$$

$$\sigma_x = \frac{N_{вп}}{A} = \frac{689}{34,4} = 20,1 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Прочность стержня обеспечена.

Расчетные длины стержней

$$l_{ef,x} = \mu l = 1 * 600 = 600 \text{ см}; \quad l_{ef,y} = l_1 = 1180 \text{ см};$$

где μ – коэффициент приведения длины

l – расстояние между центрами узлов.

Согласно [7, табл. 20] в конструкциях не подвергающихся к динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов проверяют только в вертикальных плоскостях.

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{600}{3,39} = 177 < [\lambda] = 400$$

2.1.3.4. Подбор сечения раскосов

1). Опорный раскос 1-2 сжат усилием $N_{он} = 370 \text{ кН}$.

Задаемся гибкостью $\lambda = 100$ и по таблице 72 [7] находим $\varphi = 0,542$

Требуемая площадь сечения:

$$A_{тр} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{370}{0,542 * 24 * 0,95} = 30 \text{ см}^2$$

Принимаем сечение опорного раскоса из равнополочных уголков 90x9, поставленных с зазором 10 мм.

$$A = 2 * 15,6 = 31,2 \text{ см}^2; \quad i_x = 2,75 \text{ см}; \quad i_y = 4,87 \text{ см};$$

Устанавливаем подкос в верхнем опорном узле фермы для уменьшения расчетной длины опорного раскоса в плоскости изгиба

$$l_{ef,x} = l/2 = 3552/2 = 1776 \text{ мм}. \quad \text{С учетом расчетных длин } l_{ef}$$

$$\lambda_x = l_x / r_x = \frac{177,6}{2,75} = 65; \quad \lambda_y = l_y / r_y = \frac{355,2}{4,11} = 86$$

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

По таблице 72 [7] $\varphi_x = 0,78$ $\varphi_y = 0,738$

Вычисляем нормальные напряжения:

$$\sigma_x = \frac{N_{оп}}{\varphi_x A} = \frac{370}{0,78 * 31,2} = 15,2 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_y = \frac{N_{оп}}{\varphi_y A} = \frac{370}{0,641 * 31,2} = 18,5 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Прочность и устойчивость опорного раскоса обеспечена

2) Раскос 2-3 растянут усилием $N = 270$ кН.

Требуемая площадь сечения раскосов равна

$$A_{раск} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{270}{24 * 0,95} = 11,9 \text{ см}^2$$

Принимаем сечение раскоса из двух равнополочных уголков 75x5

$$A = 2 * 7,39 = 14,78 \text{ см}^2; \quad i_x = 2,31 \text{ см}; \quad i_y = 3,42 \text{ см};$$

Вычисляем нормальные напряжения:

$$\sigma_x = \frac{N}{A} = \frac{270}{14,78} = 18,3 < R_y \gamma_c = 24,0 * 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2$$

Длина раскоса $l_{ef} = 3,705$ м. Проверяем гибкость и сравниваем ее с предельной по СНиП[7] $[\lambda] = 400$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{0,8 * 370,5}{2,31} = 130 < [\lambda] = 400$$

Прочность и устойчивость обеспечена.

Аналогично рассчитываем и остальные элементы решетки.

Результаты расчета сведены в таблицу 2.2.

										Лист
										23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

Таблица

Таблица подбора сечений стержней фермы

Элемент фермы	Обозначение стержня	Расчетное усилие, кН		Сечение	Площадь, см ²	Расчетные длины			Радиусы инерции		Гибкости		γ_c	Проверка сечения	
		растяжение	сжатие			l_x	l_y	i_x	i_y	λ_x	λ_y	Устойчивость		Прочность	
Верхний пояс	B1; B8	0		Г 140x9	49,44	280	600	4,34	6,16	69	98	0,95	---	---	---
	B2; B7	512		Г 140x9	49,44	300	600	4,34	6,16	69	98	0,95	18,7 < 22,8		
	B3; B6	512		Г 140x9	49,44	300	600	4,34	6,16	69	98	0,95	18,7 < 22,8		
	B4; B5	689		Г 160x10	62,86	300	600	4,96	6,97	60	86	0,95	17,1 < 22,8		
	H2; H11	290		Г 110x8	34,4	600	1180	3,39	4,87	177		0,95		8,4 < 22,8	
Раскосы	H5; H8	689		Г 110x8	34,4	600	1180	3,39	4,87	177		0,95		20,1 < 22,8	
	1-2 11-12		370	Г 90x8	31,2	177,6	355,2	2,75	4,87	65	86	0,95	18,5 < 22,8		
	2-3 10-11	270		Г 75x5	14,78	296,4	370,5	2,31	3,42	130		0,95		18,3 < 22,8	
Стойки	4-5 8-9		166	Г 90x8	31,2	303,7	379,7	2,75	4,87	110	78	0,95	0,478	11,2 < 22,8	
	5-6 7-8	54		Г 75x5	14,78	296,6	370,8	2,31	3,42	129		0,95		3,7 < 22,8	
Стойки	3-4 6-7 9-10		63,6	Г 70x5	14,78	180	225	2,31	3,42	78	66	0,95	0,701	6,2 < 22,8	

2.1.4. Расчет сварных угловых швов

Швы, прикрепляющие стержни фермы к узловым фасонкам - угловые. Расчет угловых швов выполняем в соответствии с п. 11.2* [7] по двум сечениям на основе рис. 2.3.

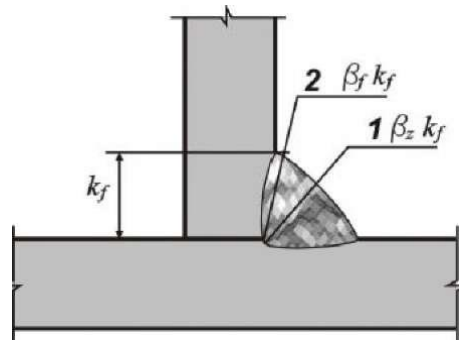


Рис. 2.3. Схема расчетных сечений сварных соединений С угловыми швами.

1. сечение по металлу шва,
2. сечение по металлу границы сплавления.

Расчет по металлу шва

$$\frac{N}{\beta_f k_f l_w} \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c$$

Расчет по границе сплавления

$$\frac{N}{\beta_z k_f l_w} \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c$$

Сварку узловых соединений ферм выполняют вручную или полуавтоматом в среде защитных газов. Для ручной и полуавтоматической сварки $\beta_f = 0,7$; $\beta_z = 1,0$

$\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1,0$ табл. 34* [7].

Расчетное сопротивление углового шва (по табл. 56 [7]) $R_{wf} = 18 \text{ кН/см}^2$

Сталь для ферм (раскосы) (группа 2) табл. 50 [7] С245. По табл. 51 $R_{un} = 37 \text{ кН/см}^2$. Расчетное сопротивление углового шва по зоне сплавления:

$$R_{wz} = 0,45 R_{un} = 0,45 * 37 = 16,7 \text{ кН/см}^2 \text{ (табл. 3 [7])}.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

25

В соответствии с п. 11.2 * норм [7] для сталей с $R_y < 28,5 \text{ кН/см}^2$ должно выполняться условие $R_{wz} < R_{wf} \leq R_{wz} \beta_z / \beta_f$, . В нашем случае условие выполняется.

$$16,7 < 18 \leq 16,7 * 1,0 / 0,7 = 23,86 \text{ кН/см}^2$$

На основе этого расчет можно проводить по прочности металла шва. Узел примыкания раскосов 1-2 и 2-3 к верхнему поясу фермы с изображением сварных швов, их толщины и длины показаны на рис. 2.4.

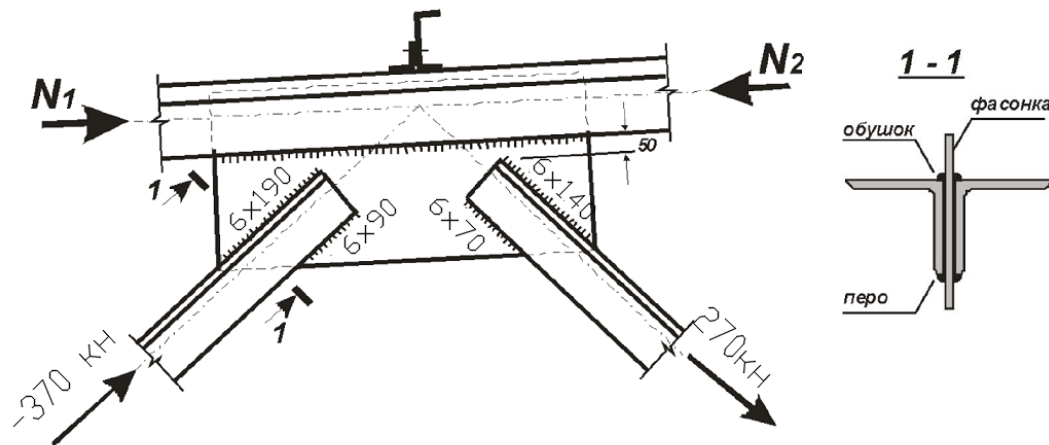


Рис. 2.4. Конструкция узла верхнего пояса фермы

Швы, прикрепляющие раскосы к фасонке рассчитываем на усилие, действующее в раскосе, а швы прикрепляющие пояс фермы к фасонке - на разность усилий $N_1 - N_2$ и узловую нагрузку $P = 63,6 \text{ кН}$ от прогона кровли.

Общую длину угловых швов, крепления раскоса 1-2 к фасонке, определяем расчетом по прочности металла шва. Принимаем $k_f = 6 \text{ мм}$ исходя из толщины свариваемых деталей (табл. 38* [7].)

$$l_w = \frac{N}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{370}{0,7 * 0,6 * 18 * 1,0 * 1,0} = 49 \text{ см}$$

Швы по обушку (рис. 2.4.) составляют 70%, т.е. $49 * 0,7 = 34,3 \text{ см}$, а по перу $49 * 0,3 = 14,7 \text{ см}$.

Учитывая, что швы двусторонние, а с учетом непроваров в начале и конце шва, равных 1 см, длина шва по обушку составляет

$l_{wo}=17,2+1=18,2$ см, принимаем окончательно длину шва по обушку 19 см.

Аналогично определяем длину швов по перу $l_{wn}= 7,4 + 1 = 8,4$ см, принимаем окончательно длину шва по перу 9 см.

Длину угловых швов, прикрепляющих раскос 2-3 рассчитываем на усилие

$$N = 270 \text{ кН.}$$

Длина угловых швов, крепления раскоса 2-3 к фасонке, определяем расчетом по прочности металла шва. Принимаем $k_f=6$ мм исходя из толщины свариваемых деталей (табл. 38* [7]).

$$l_w = \frac{N}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{270}{0,7 * 0,6 * 18 * 1,0 * 1,0} = 35,8 \text{ см}$$

Швы по обушку (рис. 2.4.) составляют 70%, т.е. $35,8 * 0,7 = 25,1$ см, а по перу $35,8 * 0,3 = 10,8$ см.

Учитывая, что швы двусторонние, а с учетом непроваров в начале и конце шва, равных 1 см, длина шва по обушку $l_{wo}=12,6+1=13,6$ см, принимаем окончательно длину шва по обушку 14 см.

Аналогично определяем длину швов по перу 7 см.

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

2.2. Расчет и конструирование колонны

Исходные данные

Для проектируемого здания принята металлическая колонна.

Материал для колонны:

Согласно табл.В1 СП [10] колонны относятся к группе 1. Выбираем сталь С245 по ГОСТ 27772-88, т.к. применить сталь С235 нельзя из-за ограничения толщины проката ≤ 8 мм.

Расчетное сопротивление проката из стали С245:

при толщине от 2 до 20 мм – $R_y = 24,0$ кН/см²,

при толщине свыше 20 до 30 мм – $R_y = 23,0$ кН/см².

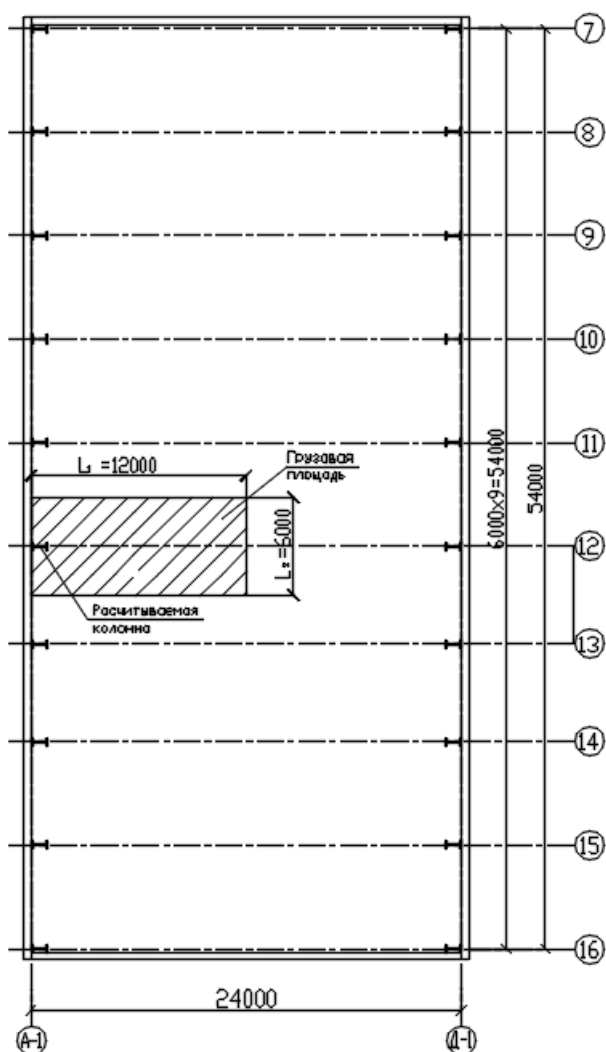


Рис. 2.5. К определению нагрузок на колонну

2.2.1. Сбор нагрузок

Таблица 2.3.

Нормативные и расчетные нагрузки на 1 м² покрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надёжности по нагрузке, γ_f	Расчётная нагрузка, кН/м ²
Покрытие			
Постоянная нагрузка g_{roof}	0,6		1,43
Временная нагрузка	0,7	1,3	0,91
Снеговая нагрузка	1,5	1,4	2,1
Итого: временная нагрузка S	2,2		3,01
ВСЕГО	2,8		4,44

Расчет временной и снеговой нагрузки см. раздел 2.1.2.2.

2.2.2. Расчетная схема. Определение нагрузок на колонну

Нагрузка на колонну определяется с грузовой площади колонны рис.2.6.

Расчетная нагрузка на покрытие $q = 4,44 \text{ кН/м}^2$

С учетом грузовой площади для колонны нагрузка составляет

$$N_0 = q_0 A_{\text{гр}} = 4,44 * 6 * 12 = 320 \text{ кН.}$$

С учетом собственного веса колонны составляющего 6%

(принимается в пределах от 0,5% до 1%) от нагрузки на перекрытие, расчетная нагрузка равна

$$N = N_0 + 0,05 * N_0 = 320 + 0,06 * 320 = 340 \text{ кН}$$

Геометрическая длина колонны $8,78 + 0,7 = 9,48 \text{ м}$

$$l_{\text{ef}} = \mu l = 0,7 * 9480 = 6636 \text{ мм} \text{ — расчетная длина колонны;}$$

$\mu = 0,7$ — коэффициент, учитывающий способ закрепления опорных частей колонны. Закрепление концов стержня: верхнего — шарнирное, нижнего — жесткое.

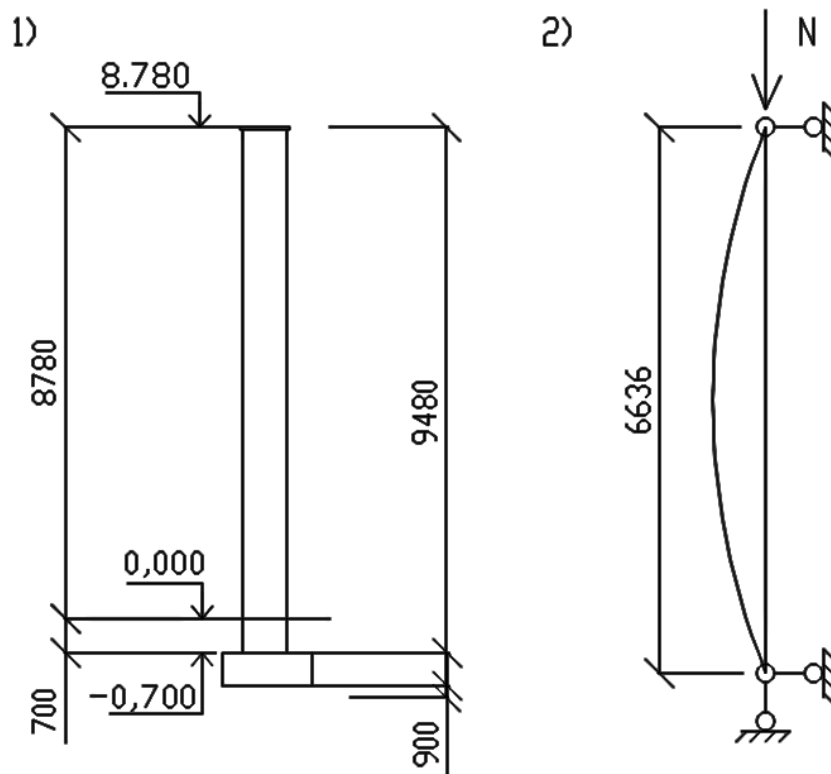


Рис. 2.6. Схема колонны

а) конструктивная схема; б) расчетная схема

2.2.3. Подбор сечения колонны

Основная расчетная формула:

$$\sigma = N / \varphi A \leq R_y \gamma_c$$

Формула содержит 2 неизвестных: A - площадь сечения и φ - коэффициент продольного изгиба при центральном сжатии.

Для определения в первом приближении требуемой площади сечения принимаю гибкость колонны $\lambda = 100$ при нагрузке до 2500 кН.

По таблице 72 [7] находим значение $\varphi = 0,686$. Коэффициент условия работы колонны $\gamma_c = 1$.

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

30

Определяем требуемую площадь сечения колонны

$$A_{\text{тр}} = N / \varphi R_y \gamma_c = \frac{340}{0,542 * 24 * 1} = 26,2 \text{ см}^2$$

Используем двутавр по ГОСТ 26020 – 83.

Принимаю двутавр 30К1.

Геометрические характеристики сечения стержня колонны:

$$A=108 \text{ см}^2; \quad i_x=12,95 \text{ см}; \quad i_y=7,50 \text{ см};$$

Гибкость колонны

$$\lambda_x = \ell_{\text{ef}} / i_x = \frac{663,6}{12,95} = 52, \quad \lambda_y = \ell_{\text{ef}} / i_y = \frac{663,6}{7,50} = 89$$

По табл. 72*[7] $\varphi_x=0,843$ $\varphi_y=0,619$

$$\sigma_x = N / \varphi_x A = \frac{340}{0,743 * 108} = 4,3 \leq R_y \gamma_c = 24,0 \text{ кН/см}^2$$

$$\sigma_y = N / \varphi_y A = \frac{340}{0,619 * 108} = 5,1 \leq R_y \gamma_c = 24,0 \text{ кН/см}^2$$

Проверяем соответствие предельной гибкости $\lambda_y=89$

По таблице 19 [7] для основных колонн предельная гибкость равна 180-60 α .

$$\alpha = N / \varphi_y A R_y \gamma_c = \frac{340}{0,619 * 108 * 23 * 1} = 0,22$$

$89 < 180 - 60 * 0,22 = 166$ Гибкость колонны относительно оси не превышает предельную по нормам.

Проверка местной устойчивости элементов стержня из прокатного профиля не требуется.

Проверяем необходимость укрепления стенки колонны поперечными ребрами жесткости [7, п.7.3.3]; они необходимы, если $\bar{\lambda}_w \geq 2,3$, где

$$\bar{\lambda}_w = (h_{\text{ef}} / t_w) \sqrt{R_y / E}$$

здесь, h_{ef} – расчетная высота стенки; для прокатного двутавра

$$h_{\text{ef}} = h - 2 \cdot (2t_f); \quad t_w \text{ – толщина стенки.}$$

$$h_{\text{ef}} = 29,6 - 2 * 1,35 = 26,9 \text{ см}$$

В соответствии с [7, п.7.3.3] укреплять стенку поперечными ребрами жесткости не требуется, так как

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ				

$$\bar{\lambda}_w = (h_{ef}/t_w) \sqrt{R_y/E} = 26,9/1,35 \sqrt{(240/(2,06 * 10^5))} = 0,68 < 2,3$$

Око в соответствии с [7, п. 7.3.3], рассматривая колонну как отправочный элемент (габариты колонны позволяют транспортировать ее полностью к месту монтажа), необходимо укрепить ее стенку не менее, чем двумя поперечными ребрами жесткости.

Размеры поперечных ребер жесткости:

$$b_r = \frac{h_{ef}}{30} + 40 = \frac{26,9}{30} + 40 = 41 \text{ мм}$$

$$t_r \geq 2b_r \sqrt{R_y/E} = 2 * 41 * \sqrt{(240/(2,06 * 10^5))} = 2,8 \text{ мм}$$

В соответствии с этими расчетами можно было бы принять $b_r=50$ мм и $t_r=5$ мм, но предполагая, что некоторые из этих ребер будут использоваться также как элементы для крепления вертикальных связей из плоскости между колоннами, следует принять $b_r=120$ мм и $t_r=8$ мм.

Поперечные ребра привариваем к колонне сплошным двусторонним швом с катетом $k_f=5$ мм, [7, табл. 38].

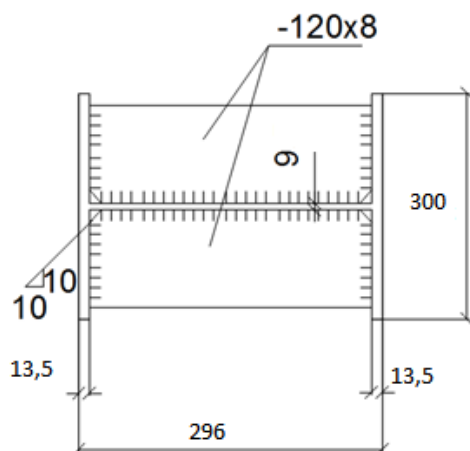


Рис. 2.7. Сечение колонны

2.2.4. Конструирование и расчет базы колонны

Жесткие базы имеют траверсы и закрепление четырьмя анкерными болтами, благодаря чему после затяжки болтов исключается двумя болтами поворот колонны на опоре в плоскости базы и двумя болтами из плоскости.

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

32

Диаметр анкерных болтов в центрально-сжатых колоннах принимают конструктивно: для жестких баз $d=24-36$ мм; длину заделки анкерного болта в фундамент, высоту выступающей части болта, длину нарезки и минимальный размер проушин принимают в зависимости от диаметра анкерного болта.

Для равномерной передачи давления на опорную плиту устанавливают траверсы и ребра.

Для рассчитываемой колонны проектируем базу, конструкция которой показана на рис.9, тип базы – жесткий.

Расчетное усилие с учетом веса колонны

$$N=340\text{кН.}$$

Расчетное давление на фундамент $N=340\text{кН.}$

Требуемую площадь опорной плиты определяют из условия прочности бетона при местном смятии по формуле $A_{pl} > N/R_{b,loc}$,

$$R_{b,loc} = \alpha R_b \sqrt[3]{\frac{A_f}{A_{pl}}} < 1,5 * R_b \gamma_{b9}$$

Для бетона класса ниже В25 $\alpha = 1$.

Материал фундамента – бетон класса прочности В12,5 с расчетным сопротивлением $R_b=0,75 \text{ Н/см}^2$

$$R_{b,loc} = \alpha R_b \sqrt[3]{\frac{A_f}{A_{pl}}} = 1 * 0,75 * \sqrt[3]{1,5} = 0,86 \text{ кНсм}^2$$

Требуемая площадь плиты равна

$$A_{pl} = \frac{340}{0,86} = 395\text{см}^2 \text{ ,}$$

Ширина опорной плиты $B_{pl}=b+2(t_{tr}+c) = 30+2*(1,0+6,0)=44 \text{ см}$

где $b=30\text{см}$ – ширина полки стержня колонны, $t_{tr}=1,0\text{см}$ – толщина траверсы (обычно $t_{tr}=8...12\text{мм}$); $c=6,0 \text{ см}$ – вылет консольной части плиты; размер принимают $50...100 \text{ мм}$.

Длина опорной плиты $L_{pl}=A_{pl}/B_{pl}=395/44=9,0\text{см}$

Принимаю длину опорной плиты $29,6+2*5,8 = 41,2$

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

08.03.01.2021-ПЗ

Принимаем размеры опорной плиты в плане 44*50см($A=2200\text{см}^2$), верхнего обреза фундамента 80x80 см.

Размеры верхнего обреза фундамента назначены с учетом нормативного требования, согласно которому расстояние от оси анкерных болтов до вертикальной грани железобетонного фундамента должно быть не менее четырех диаметров анкерных болтов.

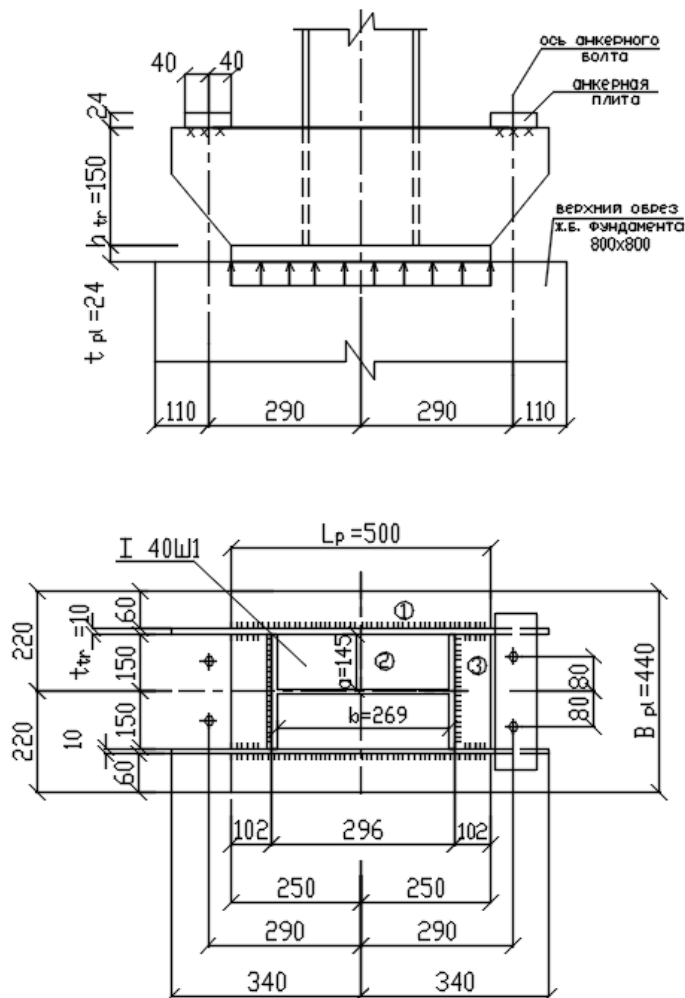


Рис. 2.8. Конструкция базы колонны. 1 – консольный участок плиты; 2 – участок плиты, опертый на четыре стороны; 3 – участок плиты, опертый по трем сторонам.

Напряжение под опорной плитой

$$\sigma_{\phi} = N / A_{\text{пл}} = 340 / (44 \cdot 50) = 0,155 \text{ кНсм}^2 < R_{b,loc} = 0,86 \text{ кНсм}^2$$

Согласно СП [10, п.8.6.2] толщину опорной плиты следует определять расчетом на изгиб пластинки по формуле

$$t = \sqrt{6M_{\text{max}} / R_y \gamma_c}$$

M_{max} —наибольший из изгибающих моментов M , действующих на разных участках опорной плиты и определяемых по формулам:

- для консольного участка плиты

$$M_1 = 0,5 \sigma_{\phi} c^2$$

- для участка плиты, опертого на четыре стороны в направлении короткой и длинной сторон соответственно

$$M_a = a_1 \sigma_{\phi} a^2; \quad M_b = a_2 \sigma_{\phi} a^2$$

- для участка плиты, опертого по трем сторонам

$$M_3 = a_3 \sigma_{\phi} (d_1)^2$$

Здесь—вылет консольного участка плиты;

a —короткая сторона,

d_1 —длина свободной стороны,

a_1, a_2, a_3 —коэффициенты, зависящие от условий опирания и отношения размеров сторон участка плиты и принимаемые согласно таблице Е.2[10];

σ_{ϕ} —опор фундамента под рассматриваемым участком плиты на единицу площади плиты.

$$M_1 = 0,5 \sigma_{\phi} c^2 = 0,5 * 0,155 * 6^2 = 2,8 \text{ кН см}$$

$$M_a = a_1 \sigma_{\phi} a^2 = 0,125 * 0,155 * 14,5^2 = 4,1 \text{ кН см} \quad \text{при } b/a = 296/145 = 2,1$$

$$M_b = a_2 \sigma_{\phi} a^2 = 0,037 * 0,155 * 14,5^2 = 1,2 \text{ кН см}$$

$$M_3 = a_3 \sigma_{\phi} (d_1)^2, \text{ т.к. } a_1 / d_1 = 29,6 / 30 = 0,99 < 2$$

$$M_3 = 0,123 * 0,144 * 30^2 = 16$$

Обычно толщину плиты принимают в пределах от 20-40 мм. Определим необходимую толщину опорной плиты:

$$t_{pl} = \sqrt{6 * 16 / (23 * 1)} = 2,04 \text{ см}$$

$M_{max} = 14,3 \text{ кН см}$ —наибольший из изгибающих моментов.

Принимаем плиту толщиной 24 мм; сталь толстолистовая по ГОСТ 19903-74*.

										Лист
										35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

2.2.5. Конструирование и расчет базы колонны

Расчетной схемой траверсы является двухконсольная балка 1-го класса, шарнирно опертая на полки колонны. Нагрузка – реактивный опор фундамента с половины ширины опорной плиты:

$$q_{tr} = \sigma_{\phi} B_{pl} / 2 = 0,155 * 50 / 2 = 3,88 \text{ кН/см}$$

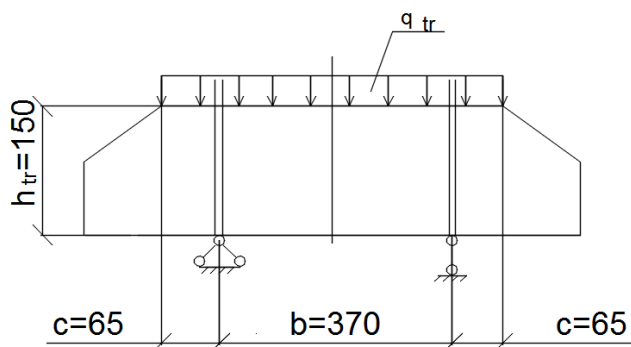


Рис.2.9. Расчетная схема базы траверсы

Первоначально определим высоту траверсы из условия размещения сварных швов, необходимых для ее крепления к полкам колонны.

Сварка — полуавтоматическая в среде углекислого газа, материал — сталь С245. Сварку производим проволокой Св-08Г2С. Расчетное сопротивление металла шва $R_{wf}=215$ МПа. Расчетное сопротивление по металлу границы сплавления $R_{wf}=166,5$ МПа. Коэффициенты $\beta_f=0,8$, $\beta_z=1,0$. Задаемся катетом шва $k_f=5$ мм.

Расчет ведем по металлу границы сплавления, так как

$$\frac{\beta_f R_{wf}}{\beta_z R_{wz}} = \frac{0,8 * 215}{1,0 * 166,5} = 1,03 > 1$$

Высота траверсы

$$h_{tr} = \frac{N}{n_w k_f (\beta_z R_{wz} \gamma_c)} + 1 = \frac{340}{4 * 0,5 * (1 * 16,65 * 1)} + 1 = 11,2 \text{ см}$$

n_w – количество швов, прикрепляющих траверсы к стержню колонны

Принимаем $h_{tr} = 15$ см. Проверяем прочность траверсы как балки с двумя консолями. Момент в середине пролета

$$M_{tr} = \frac{q_{tr} b^2}{8} - \frac{q_{tr} c^2}{2} = \frac{3,25 * 37^2}{8} - \frac{3,25 * 6,5^2}{2} = 487 \text{ кН см}$$

Момент сопротивления

$$W_{tr} = 1,0 \cdot 15^2 / 6 = 37,5 \text{ см}^3$$

Прочность траверсы

$$\frac{M_{tr}}{W_{tr} R_y} = \frac{487}{37,5 \cdot 24} = 0,54 \text{ Н/см}^2 < 1$$

Напряжение

$$\sigma = \frac{M_{tr}}{W_{tr}} = \frac{487}{37,5} = 13 \text{ кН/см}^2 = 130 \text{ МПа.}$$

Сечение траверсы принято.

При определении толщины швов, прикрепляющих листы траверсы к плите, расчет ведем по металлу границы сплавления:

$$k_f = \frac{q_{tr} L_{pl}}{\beta_z \sum l_w R_{wz} \gamma_c} = \frac{3,25 \cdot 50}{1 \cdot 106,8 \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,1 \text{ см}$$

$\sum l_w = (500-10) + 2 \cdot (300-10) = 1068 \text{ мм}$ – расчетная длина шва.

Принимаем $k_f = 5 \text{ мм}$.

Анкерные болты принимаем конструктивно диаметром 24 мм (тип 1, глубина заделки 500 мм).

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

3. Организационно-технологический.

3.1 Общие данные

Проект организации строительства разработан на основании исходных материалов для разработки ОСП, на основании геологических и гидрогеологических изысканий, чертежей других частей проекта.

Проект организации строительства разработан в полном соответствии с действующими Федеральными и ведомственными нормативными документами, в том числе:

Постановление правительства РФ № 87 от 16.02.2008г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;

СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;

СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования. Часть 1.»;

СНиП 12 - 04 - 2002 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. Часть 2».

3.2 Краткая характеристика участка строительства

Площадка строительства расположена по Бугурусланскому переулку 1 в Ленинском районе г. Челябинска.

Территория строительства свободна от строений, не имеется зеленых насаждений и инженерных коммуникаций.

Основное преобладание грунта – суглинок.

3.3 Организация строительной площадки

Проектом предусматривается строительство цеха с пристроенным

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

административно-бытовым корпусом. Здание разделено на два этапа строительства:

1-этап - здание цеха в осях «7-16». Размеры здания в осях 24,00x54,00 м. Общее количество этажей- 1. Надземных этажей - 1.

2-этап - здание АБК в осях «1-6». Размеры здания в осях 23,50x30,00 м. Общее количество этажей- 4. Надземных этажей - 4.

Организационно-технологическая схема строительства предусматривает методы организации строительства и очередность выполнения работ, исходя из следующих условий:

- сведение затрат до минимума;
- сокращения сроков строительства и ускорения ввода объекта в эксплуатацию;
- использование оптимального количественного и качественного состава строительной техники и строительных рабочих.

Организационно-технологическая схема строительства устанавливает последовательность строительства объекта и состоит из подготовительного и основного периодов строительства.

3.3.1 Подготовительный период

Входят работы по инженерной подготовки территории строительства, в том числе:

- получение разрешения на право производства земляных работ;
- установка временного ограждения по ГОСТ 23407-78;
- создание геодезической разбивочной основы строительства;
- снос деревьев, согласно акту инвентаризации;
- планировка территории до отметок согласно разделу ГП;
- устройство временной дороги из щебня толщиной 0,2 м;
- существующие сети, попадающие под временную дорогу, защитить дорожными плитами;

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

- установка санитарно-бытовых и административных помещений заводского изготовления, которые должны быть оборудованы автоматической пожарной сигнализацией, биотуалетом, контейнером для сбора бытового и строительного мусора, противопожарного инвентаря, организация складского хозяйства;

- на выезде со стройплощадки для мытья колес автотранспорта оборудовать площадку из плит ПДГ-6 - комплектом «МОЙДОДЫР-К» с системой оборотного водоснабжения;

- обеспечение строительства электроэнергией и водой (согласно условиям заказчика), связью, освещением по ГОСТ 12.1.046-85, сжатым воздухом от передвижного компрессора, кислородом, ацетиленом - в привозных баллонах;

- установка трафарета стройки с координатами строительной фирмы, знаками «Въезд», «Выезд», «Ограничение скорости», схемой движения автотранспорта по строительной площадке;

Основные строительно-монтажные работы разрешено начинать только после окончания тех подготовительных работ, которые обеспечивают нормальное ведение работ.

Готовность строительной площадки к началу производства строительно-монтажных работ определить специальной комиссией с составлением акта готовности и приемки строительной площадки.

3.3.2 Основной период

К основным работам основного периода относятся

- работы, связанные со строительством подземной части объекта (земляные работы, устройство фундаментов, выпусков и вводов инженерных коммуникаций, обратная засыпка пазух котлованов),

- работы, связанные с возведением надземной части объекта, кровельные и специальные работы;

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

- монтаж внутренних инженерных сетей, отделочные работы, окончание работ по внешним сетям;

- окончательная планировка участка строительства, благоустройство, озеленение.

3.3.3. Ведомость объемов работ

Земляные работы:

Глубина котлована под зданием цеха –1,8 м. Тип грунта –суглинок. Откосы котлована устраиваются с уклоном 1:0,5. Глубина котлована под зданием АБК –4,2 м. Откосы устраиваются с уклоном 1:0,75. Между краем сооружения и основанием откоса оставляем зазор 0,6 м для безопасного ведения работ. [8]

Таблица 3.1.

№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	
			На один этаж	Всего на здание
Возведение подземной части				
1	Разработка котлована	1000 м ³	1,93	7,7
2	Устройство монолитных фундаментов	100 м ³	0,5	0,5
3	Устройство бетонной подготовки под подошвы фундамента	100 м ²	0,27	1,09
4	Устройство монолитного фундамента с подколонниками	100 м ³	3,13	12,50
5	Гидроизоляция фундаментов	100м ²	0,02	0,09
6	Обратная засыпка	1000 м ³	1,32	5,29
7	Установка колонн на нижестоящие колонны	1 шт.	7,50	30
8	Заделка стыков колонн (опалубка, бетонирование, распалубка)	1 шт.	7,50	30
9	Устройство монолитного перекрытия	100 м ³	0,44	1,74
Возведение надземной части				
Строительство 1-ой очереди				
10	Монтаж колонн стоек	шт	24	24
11	Монтаж связей между колоннами	шт	8	8

12	Монтаж распорок между колоннами	шт	23	23
13	Монтаж ферм	шт	10	10
14	Монтаж связей между фермами	шт	18	18
15	Монтаж распорок между фермами	шт	45	45
16	Монтаж прогонов	шт	90	90
17	Сэндвич плит перекрытия	100 м ²	14,4	14,4
18	Сэндвич панели	100 м ²	13,23	13,23
19	Установка оконных блоков	100 м ²	0,1	0,1
20	Установка дверных блоков	100 м ²	0,02	0,02
21	Установка ворот	100 шт	0,02	0,02
22	Устройства бетонного пола	100 м ²	12,96	12,96
23	Теплофикация	100 м ³	129,6	129,6
24	Прокладка внутренних электросетей (электромонтаж. работы 1-го этапа)	100 м ³	129,6	129,6
Строительство 2-ой очереди				
25	Укладка ригелей	1 шт.	30,00	120
26	Установка колонн на нижестоящие колонны	1 шт.	7,50	30
27	Заделка стыков колонн (опалубка, бетонирование, распалубка)	1 шт.	7,50	30
28	Сварка ригеля с колонной	10м.пог.	11,70	46,8
29	Монтаж плит перекрытий	1 шт.	45,00	180
30	Монтаж плит покрытий	1 шт.	15,00	60
31	Монтаж лестничных маршей и площадок	1 шт.	2,25	9
32	Сварка плит перекрытия	10 пог.м.	43,20	172,8
33	Заливка швов плит перекрытия	100 пог.м.	3,85	15,41
34	Возведение наружных стен	1 м ³	50,23	200,925
35	Возведение перегородок	1 м ³	30,14	121
36	Установка оконных блоков	100 м ²	0,40	1,6
37	Установка дверных блоков	100 м ²	0,20	0,8
38	Устройство стяжки на полах	100 м ²	7,05	28,20
39	Гидроизоляция санузлов	100 м ²	0,11	0,45
40	Устройство внутренних инженерных сетей	100 м ³	2,53	10,10
41	Прокладка внутренних электросетей	100 м ³	2,53	10,10

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

42

42	Устройство кровель плоских 4-слойных из рулонных кровельных материалов на битумной мастике	100 м ²	1,76	7,05
Отделочный цикл				
Строительство 1-ой очереди				
43	Устройства покрытий бетонных толщиной 30 мм	100 м ²	12,96	12,96
44	Установка выключателей, розеток, светильников и т.д.	100 м ³	129,6	129,6
Строительство 2-ой очереди				
45	Оштукатуривание поверхностей стен	100 м ²	4,01	16,05
46	Облицовка плиткой стен	100 м ²	0,08	0,30
47	Облицовка полов керамической плиткой	100 м ²	2,12	8,46
48	Установка умывальников	10 комп	0,40	1,6
49	Установка унитазов	10 комп	0,33	1,3
50	Покраска водоэмульсионной краской потолков	100 м ²	7,05	28,20
51	Покраска водоэмульсионной краской стен	100 м ²	2,14	8,56
52	Установка электротехнического оборудования	100 м ³	2,53	10,10
53	Благоустройство территории			

3.3.3. Калькуляция трудозатрат и затрат машинного времени на строительство

Таблица 3.2.

№ п.п.	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование (ЕНиР, ГЭСН)	Машиное время маш.-смен		Трудозатраты чел.-см.		Наим. машин
					Нвр	Всего	Нвр	Всего	
Возведение подземной части									
1	Разработка котлована	1000 м ³	7,7	01-01-012-7	10,28	9,89	4,95	4,76	Экскаватор
2	Устройство монолитных фундаментов	100 м ³	0,5	06-01-001-02	28,49	1,78	535,5	33,47	КС-
3	Устройство бетонной подготовки под подошвы фундамента	100 м ²	1,09	06-01-001-01	18,00	2,45	180	24,53	КС-

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

43

4	Устройство монолитного фундамента с подколонниками	100 м ³	12,50	06-01-001-18	24,67	38,55	230,49	360,14	
5	Гидроизоляция фундамента	100м ²	0,09	08-01-003-04			21,2	0,24	
6	Обратная засыпка	1000 м ³	5,29	01-01-034-4	2,35	1,55	2,35	0,69	Бульд. зер
7	Установка колонн на нижестоящие колонны	1 шт.	30	E4-1-4Б	0,51	1,91	4,5	16,88	КБМ
8	Заделка стыков колонн (опалубка, бетонирование, распалубка)	1 шт.	30	E4-1-18А			1,25	4,69	
9	Устройство монолитного перекрытия	100 м ³	1,74	06-01-110-01	31,11	6,78	833,6	181,72	
Возведение надземной части									
Строительство 1-ой очереди									
10	Монтаж колонн стоек	шт	24	E5-1-8	0,81	2,43	4,07	12,21	ДЭК 251
11	Монтаж связей между колоннами	шт	8	E5-1-6	0,21	0,21	0,64	0,64	
12	Монтаж распорок между колоннами	шт	23	E5-1-6	0,11	0,32	0,33	0,95	
13	Монтаж ферм	шт	10	E5-1-6	1,1	1,38	7,6	9,50	
14	Монтаж связей между фермами	шт	18	E5-1-6	0,21	0,47	0,64	1,44	
15	Монтаж распорок между фермами	шт	45	E5-1-6	0,11	0,62	0,33	1,86	
16	Монтаж прогонов	шт	90	E5-1-6	0,17	1,91	0,5	5,63	
17	Сэндвич плит перекрытия	100 м ²	14,4	09-04-002-01	2,61	4,70	35,5	63,90	
18	Сэндвич панели	100 м ²	13,23	09-04-006-02	16,4	27,12	105,28	174,11	СК-
19	Установка оконных блоков	100 м ²	0,1	10-01-027-2	3,78	0,05	134,52	1,68	СК-
20	Установка дверных блоков	100 м ²	0,02	10-01-039-1	9,69	0,02	104,28	0,26	
21	Установка ворот	100 шт	0,02	07-01-055-02	9,69	0,02	104,28	0,26	

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

44

22	Устройства бетонного пола	100 м ²	12,96	11-01-027-01	2,93	4,75	81,31	131,72	
23	Теплофикация	100 м ³	129,6				11,1	136,20	
24	Прокладка внутренних электросетей (электромонтаж. работы 1-го этапа)	100 м ³	129,6				2,2	35,64	
Строительство 2-ой очереди									
25	Укладка ригелей	1 шт.	120	E4-1-6A	0,42	6,30	2,1	31,50	КБМ 401ПА-14
26	Установка колонн на нижестоящие колонны	1 шт.	30	E4-1-4Б	0,51	1,91	4,5	16,88	
27	Заделка стыков колонн (опалубка, бетонирование, распалубка)	1 шт.	30	E4-1-18A			1,25	4,69	
28	Сварка ригеля с колонной	10м.п.ог.	46,8	E4-1-17			0,56	3,28	
29	Монтаж плит перекрытий	1 шт.	180	E4-1-7	0,19	4,28	0,76	17,1	
30	Монтаж плит покрытий	1 шт.	60	E4-1-7	0,22	1,65	0,88	6,6	
31	Монтаж лестничных маршей и площадок	1 шт.	9	E4-1-9	0,75	0,84	3	3,375	
32	Сварка плит перекрытия	10 пог.м.	172,8	E4-1-17			0,31	6,70	
33	Заливка швов плит перекрытия	100 пог.м.	15,41	E4-1-19			4,1	7,90	
34	Возведение наружных стен	1 м ³	200,9	E 3-3A			3,7	92,93	
35	Возведение перегородок	1 м ³	121	E 3-12			0,51	7,69	
36	Установка оконных блоков	100 м ²	1,6	10-01-027-2	3,78	0,76	134,52	26,90	
37	Установка дверных блоков	100 м ²	0,8	10-01-039-1	9,69	0,97	104,28	10,43	
38	Устройство стяжки на полах	100 м ²	28,20	11-01-011	1,68	5,92	40,51	142,80	
39	Гидроизоляция санузлов	100 м ²	0,45	11-01-004-05	0,18	0,01	26,97	1,51	
40	Устройство внутренних инженерных сетей	100 м ³	10,10	21-02-006-05	0,02	0,03	23,08	29,14	

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

45

41	Прокладка внутренних электросетей	100 м ³	10,10	21-02-014-01	0,06	0,08	20,14	25,4 3	
42	Устройство кровель плоских 4-слойных из рулонных кровельных материалов на битумной мастике	100 м ²	7,05	12-01-002-01	0,44	0,39	30,9	27,2 3	КБМ 401ПА- 14
Отделочный цикл									
Строительство 1-ой очереди									
43	Устройства покрытий бетонных толщиной 30 мм	100 м ²	12,96	11-01-015-01			40,43	65,5 0	
44	Установка выключателей, розеток, светильников и т.д.	100 м ³	129,6				0,2	3,24	
Строительство 2-ой очереди									
45	Оштукатуривание поверхностей стен	100 м ²	16,0 5	15-02-016-3	6,29	12,6 2	85,84	172, 22	
46	Облицовка плиткой стен	100 м ²	0,30	15-01-019-3	0,81	0,03	237,12	8,89	
47	Облицовка полов керамической плиткой	100 м ²	8,46		0,81	0,86	237,12	250, 75	
48	Установка умывальников	10 комп	1,6	17-01-001-15	0,97	0,19	76,04	15,2 1	
49	Установка унитазов	10 комп	1,3	17-01-003-03	0,32	0,05	22,18	3,60	
50	Покраска вододисперсионной краской потолков	100 м ²	28,2 0	15-04-005-04	0,02	0,07	53,9	190, 00	
51	Покраска вододисперсионной краской стен	100 м ²	8,56	15-04-005-03	0,02	0,02	42,9	45,9 0	
52	Установка электротехнического оборудования	100 м ³	10,1 0				4,8	6,06	
53	Благоустройство территории				5% от общей трудоёмкости			114, 74	

3.3.3. Разработка календарного плана основного периода строительства отдельного здания

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист 46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Календарный план разрабатывается для взаимоувязки специализированных потоков, в пространстве и времени.

Продолжительность специализированных потоков P_i определяется исходя из затрат машинного времени этих работ по формуле

где M_i – затраты машинного времени специализированного потока;

n_i – количество смен в день специализированного потока возведения подземной части,

N_i – количество машин специализированного потока.

Количество рабочих в смену специализированного потока

$$P_i = \frac{T_i}{\Pi_i \cdot n_i},$$

где T_i – трудоемкость специализированного потока возведения подземной части.

3.4. Организация строительной площадки

3.4.1. Привязка монтажных кранов.

3.4.1.1. Выбор монтажного крана

Выбор монтажного крана осуществляется по трем технологическим параметрам:

- максимальная грузоподъемность крана;
- высота подъема крюка;
- вылет стрелы.

Максимальная грузоподъемность крана в данном случае будет определяться массой монтируемой конструкции:

$$Q_{кр} = K_1 P_1 + K_2 (P_2 + P_3) \quad (4)$$

где P_1 – масса наиболее тяжелой конструкции, т

P_2 – масса грузозахватного оборудования, т

P_3 – масса монтажных приспособлений, т

K_1 и K_2 – поправочные коэффициенты ($K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,1$)

Высота подъема крюка крана:

Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха оголовка стрелы (высота подъема крюка) находят из выражения:

$$H_{\text{треб}} = h_0 + h_3 + h_{\text{б}} + h_c \quad (5)$$

где: $H_{\text{треб}}$ – высота подъёма крюка стрелы, м;

h_0 - высота самого высокого монтажного уровня, м;

h_3 - запас по высоте, м; (принимаем 1 м)

$h_{\text{б}}$ - высота элемента, м;

h_c - высота грузозахватного устройства, м

Необходимый вылет крюка определяем по самому дальнему элементу.

Выбор монтажного крана для первой очереди строительства

Максимальная грузоподъемность крана

$$Q_{\text{кр}} = 1,2 * 3,094 + 1,1 * (0,35 + 0,05) = 4,2 \text{ т};$$

где $P_1 = 3,094$ т – масса фермы

$P_2 = 0,35$ т – масса грузозахватного оборудования,

$P_3 = 0,05$ т – масса монтажных приспособлений, т

Высота подъема крюка крана:

$$H_{\text{треб}} = 10 + 1 + 2,4 + 5 = 18,4 \text{ м}$$

$h_0 = 10$ м - высота самого высокого монтажного уровня, м;

$h_3 = 1$ м - запас по высоте, м;

$h_{\text{б}} = 2,4$ м - высота фермы

$h_c = 1,8 + 3,2 = 5$ м - высота траверсы со стропами

Необходимый вылет крюка определяем по самому дальнему элементу.

Определим вылет графическим методом см. рис.3.1., так как наш кран для монтажа каркаса здания будет располагаться по центру проектируемого здания

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

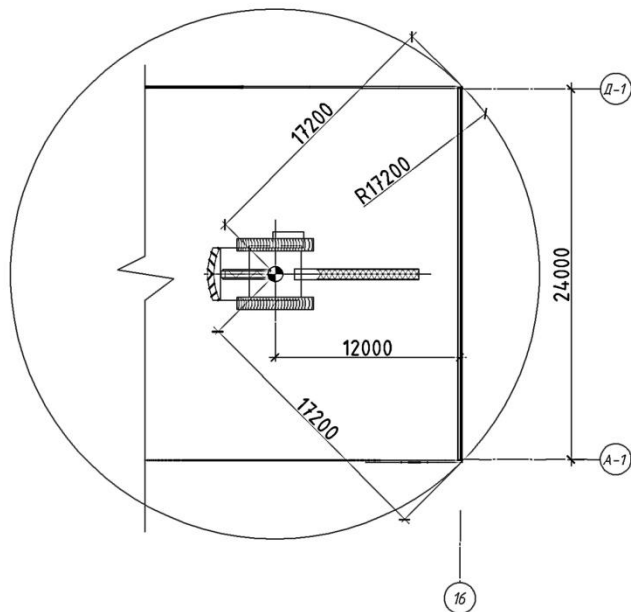


Рис.3.1. Расположение крана.

Требуемым характеристикам соответствует гусеничный кран ДЭК-251 со стрелой 22,75 м.

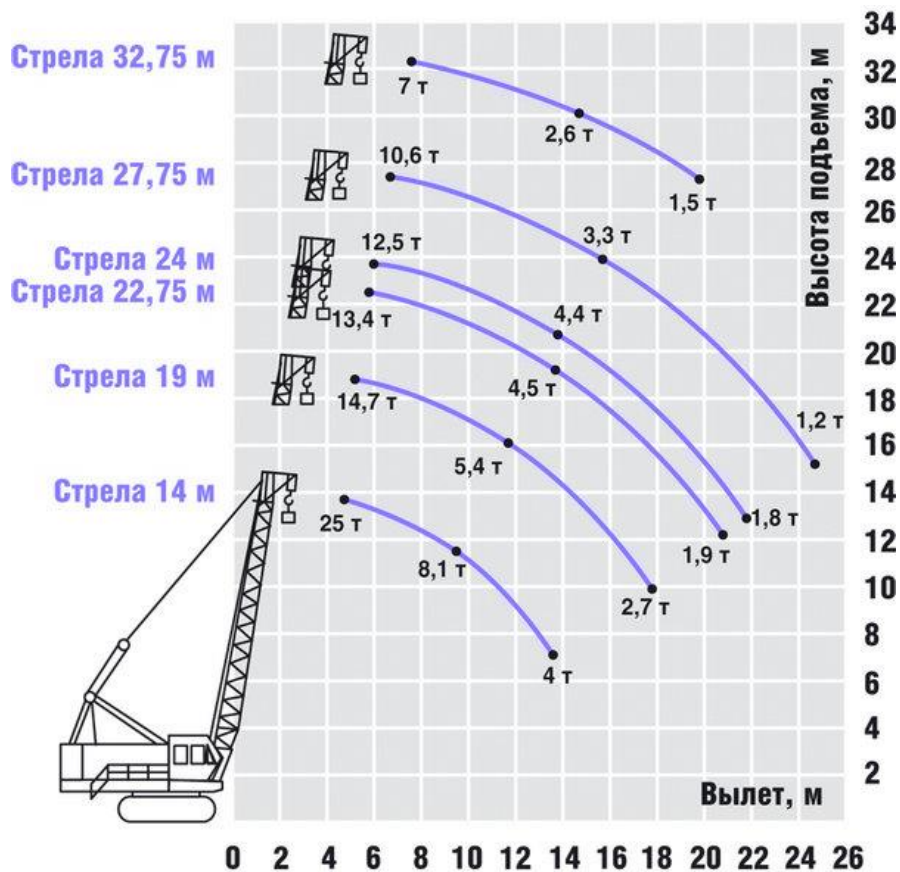


Рис. 3.2. Грузовысотные характеристики ДЭК251
Выбор крана для монтажа колонн первой очереди строительства

Максимальная грузоподъемность крана

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

49

$$Q_{кр} = 1,2 * 0,899 + 1,1 * (0,35 + 0,05) = 1,52;$$

где $P_1=0,899$ т – масса колонны

$P_2=0,35$ т – масса грузозахватного оборудования,

$P_3=0,05$ т – масса монтажных приспособлений, т

Высота подъема крюка крана:

$$H_{треб} = 0 + 1 + 8,88 + 2 = 11,88 \text{ м}$$

$h_0 = 0$ м - высота самого высокого монтажного уровня, м;

$h_3 = 1$ м - запас по высоте, м;

$h_6 = 8,88$ м - высота фермы

$h_c = 2$ м - высота грузозахватного устройства (стропа)

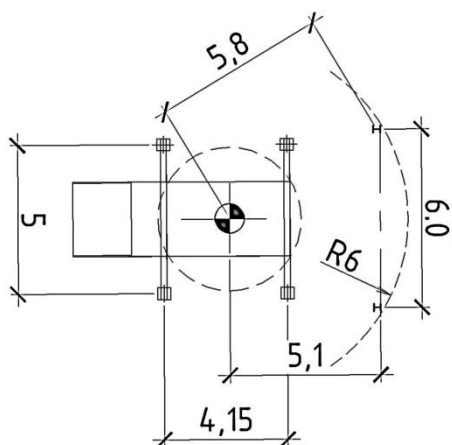


Рис.3.3. Расположение автомобильного крана для монтажа колонн

Требуемым характеристикам соответствует автокран КС3577 со стрелой 14 м с грузоподъемностью 14 м.

Автокран Ивановец 14т 14м, МАЗ КС-3577

Таблица 3.3.

Грузоподъемность максимальная, т	
Объемное шасси	3-533702
Длина стрелы, м	
Расстояние от стрелы от оси вращения, м	13,0
Максимальная высота подъема крюка, м	14,5
Максимальная высота подъема крюка с удлинителем, м	
Масса груза, допустимая при выдвигании стрелы, т	
Масса крана в транспортном положении, т	
Техническая формула автомобиля	
Габариты крана, м (дл.х ш. х в.)	2,5х3,6

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

50

Выбор вспомогательного крана для первой очереди строительства

В качестве вспомогательного крана выберем автомобильный кран MitsubishiFuso с крановой установкой TADANO с грузоподъемностью 5 тонн со стрелой 18м, который будем использовать на монтаже стеновых сэндвич-панелей.

Требуемая высота подъема крюка:

$$H_{\text{треб}} = 10 + 1 + 1,2 + 2 = 14,2 \text{ м}$$

$h_0 = 10$ м высота самого высокого монтажного уровня, м;

$h_3 = 1$ м - запас по высоте, м;

$h_6 = 1,2$ м - высота сэндвич-панели

$h_c = 2$ м - высота грузозахватного устройства (стропа)

$$H_{\text{треб}} = 6,8 + 1 + 1,2 + 2 = 11 \text{ м}$$

Требуемая грузоподъемность крана (т)

$$Q_{\text{кр}} = k_1 * P_1 + k_2 * P_2$$

где P_1 - масса сэндвич-панели, т;

$$P_1 = 1,2 * 6,0 * 0,035 = 0,25 \text{ т}$$

P_2 - масса строп (принимается 0,05-0,1 т)

k_1, k_2 - коэффициенты перегрузки ($k_1=1,2, k_2=1,1$)

$$Q_{\text{к}} = 1,2 * 0,25 + 1,1 * 0,1 = 0,41 \text{ т.}$$

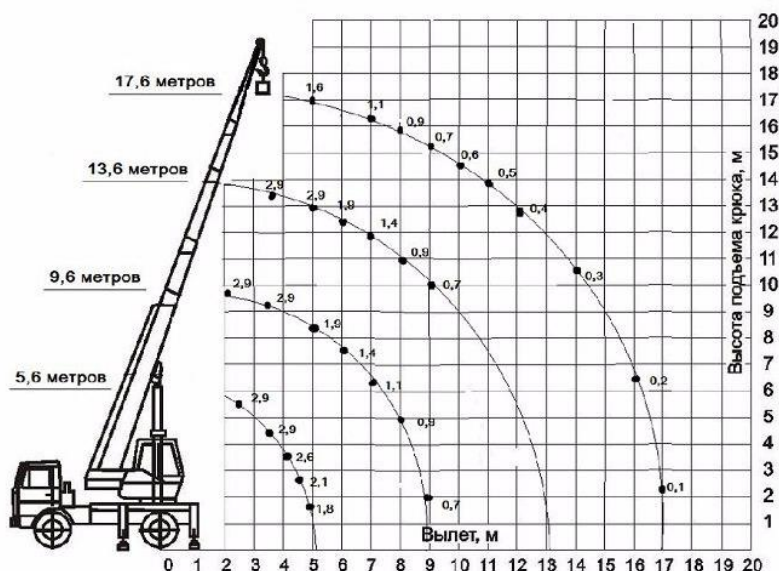


Рис.3.6. Грузовысотные характеристики автокрана

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

52

Выбор монтажного крана для второй очереди строительства

Максимальная грузоподъемность крана

$$Q_{кр} = 1,2 * 2,5 + 1,1 * (0,35 + 0,1) = 3,5 \text{ т};$$

где $P_1 = 2,5 \text{ т}$ – масса плиты перекрытия ПК 67.12

$P_2 = 0,35$ – масса грузозахватного оборудования, т

$P_3 = 0,1$ – масса монтажных приспособлений, т

Высота подъема крюка крана:

$$H_{гр\epsilon\delta} = 16 + 1 + 0,22 + 2 = 19,22 \text{ м}$$

$h_0 = 16 \text{ м}$ высота самого высокого монтажного уровня, м;

$h_3 = 1 \text{ м}$ запас по высоте, м;

$h_6 = 0,22 \text{ м}$ высота элемента (плита перекрытия)

$h_c = 2 \text{ м}$ - высота грузозахватного устройства (стропа),

Необходимый вылет крюка определяем по самому дальнему элементу:

$$L_{кр} = C + d + a, \text{ где}$$

$C = 23,5 + 0,5 = 24 \text{ м}$ - расстояние от центра тяжести (оси) монтируемого элемента, максимально удаленного от края здания со стороны крана

$d = 0,7 \text{ м}$ - минимальная величина зазора между зданием и габаритами крана на уровне стоянки;

$a = 4,2 \text{ м}$ - расстояние от оси вращения крана до его дальнего габарита в уровне стоянки.

$$L_{кр} = 24 + 0,7 + 4,2 = 28,9 \text{ м}$$

Принимаем кран КБМ-401ПА-14 для монтажа всех сборных элементов здания.

Технические характеристики башенного крана КБМ-401ПА-14

Таблица 3.4.

Максимальная грузоподъемность, т	Максимальная высота подъема, м		Максимальный вылет, м L	Вылет при максимальной грузоподъемности, L1	Грузоподъемность на максимальном вылете, т	Колея и база, м	Ветровой район эксплуатации по ГОСТ 1451-77
	Горизонтальная трела Н1	Наклонная трела (α=30°) Н2					
10	24,8	37,9	30	16	4,7	6	I-V

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

53

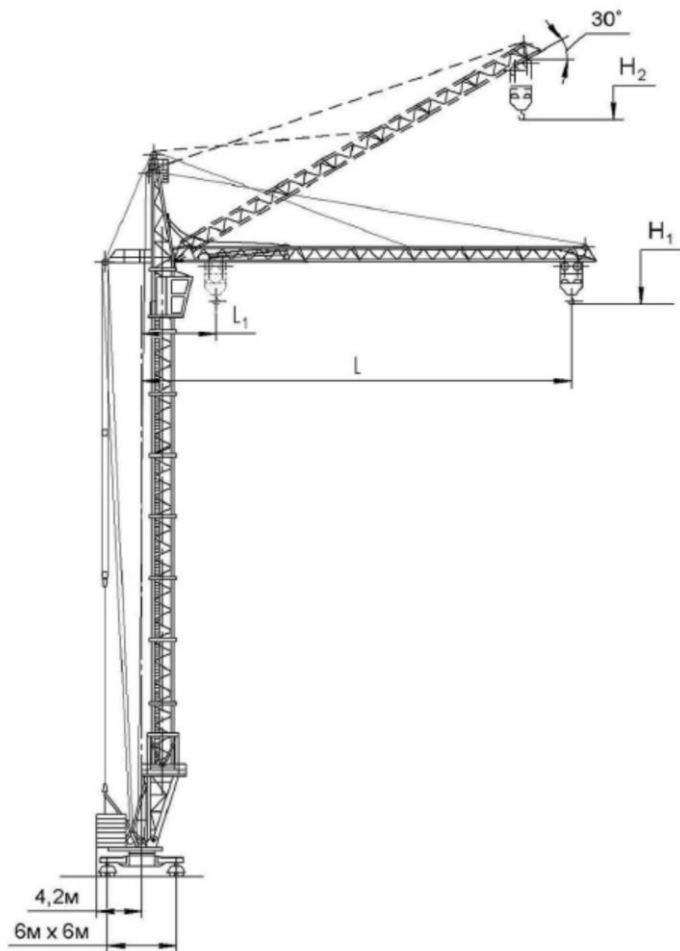


Рис. 3.7. Габаритные размеры крана.

3.4.1.2. Расчет опасных зон работы кранов

При размещении строительных машин определяются и обозначаются на СГП зоны, в пределах которых постоянно или потенциально действуют опасные производственные факторы. Размеры этих зон определяются на основании СНиП 12-03-2001 и должны быть ограждены и обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы.

К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов, связанных с работой монтажных и грузоподъемных машин (опасные зоны работы машин), относятся места, над которыми происходит перемещение грузов грузоподъемными кранами. Радиус границы опасной зоны определяется выражением

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

Зона влияния башенного крана

Продольная горизонтальная привязка подкрановых путей башенного крана выполняется с учетом огибающей траекторией движения крюка крана при максимальном вылете стрелы. По крайним стоянкам крана определяем длину подкрановых путей.

$$L = n \cdot 6,25 \geq L_{КС} + B + 2 \cdot L_T + 2 \cdot L_{туп} = \\ = 21,3 + 6 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 = 31,3 \text{ м}$$

где $L_{КС} = 21,3 \text{ м}$ – расстояние между крайними стоянками крана,

$B = 6 \text{ м}$ – база крана,

L_T – величина тормозного пути, определяемая по паспорту ($L_T = 1,5 \text{ м}$),

$L_{туп}$ – длина рельса, необходимая для постановки инвентарного тупика ($\approx 0,5 \text{ м}$),

n – количество полузвеньев рельсового пути.

Принимаем длину рельсового пути $31,25 \text{ м}$ (5 полузвеньев рельсового пути). Зона подкрановых путей должна быть ограждена защитным ограждением, удовлетворяющим ГОСТ 23407 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства работ. Технические условия».

Радиус границы опасной зоны

$$R_0 = R_p + \frac{B_{min}}{2} + B_{max} + P = 30 + \frac{1,5}{2} + 6,66 + 5,8 = 43,2 \text{ м},$$

где $R_p = 30 \text{ м}$ – максимальный рабочий вылет стрелы для башенного крана

$B_{min} = 1,5 \text{ м}$ – ширина плиты,

$B_{max} = 6,66 \text{ м}$ – длина плиты перекрытия,

$P = 5,8 \text{ м}$ – величина отлёта грузов при падении с 16-и м, равной высоте здания.

Радиус границы опасной зоны при подъеме на пониженную высоту на складской зоне

$$R_0 = R_{p1} + \frac{B_{min}}{2} + B_{max} + P = 9 + \frac{1,5}{2} + 6,66 + 2,3 = 18,7 \text{ м},$$

где $R_{p1} = 9$ м – расстояние до координатной защиты вылета стрелы
 $R = 2,3$ м – величина отлёта грузов при падении с 6-и м, (пониженная высота на складе материалов).

В местах, где опасная зона выходит за границы строительной площадки, должны быть предусмотрены ограждения с доборными элементами: защитным козырьком, тротуаром, перилами, подкосами по ГОСТ 23407.

Для прохода людей в здания назначаются определенные места, обозначенные на СГП и оборудование навесами в соответствии с п. 6.2.3 СНиП 12-03-2001 с вылетом не менее 2 м под углом 70...75° к стене.

3.4.2. Приобъектные склады

Площадь открытой площадки складирования зависит от вида, способа хранения материала и его количества. Площадь склада складывается из полезной площади склада, занятой непосредственно под хранящимися материалами, вспомогательной площади приемочных и отпускных площадок, проездов и проходов. Основными материалами, определяющими размеры площадок для складирования является кирпич, железобетон, металлоконструкции. Потребная площадь приобъектных складов определяется расчетом на основании нормативных запасов хранения конструкций и материалов, неравномерности их поступления и потребления, нормативов площадей.

Величину производственных запасов материалов, подлежащих хранению на складе, рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot n \cdot l \cdot m,$$

где $P_{\text{общ}}$ - общее количество материала, необходимое для выполнения работы на расчетный период на 1 здание;

T - продолжительность потребления материала;

n - норматив запаса материалов (прил. 4 [9]);

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

08.03.01.2021-ПЗ

$l = 1,1$ - коэффициент неравномерности поступления материалов при доставке автомобильным транспортом;

$m = 1,3$ - коэффициент неравномерности потребления материалов.

Величина производственных запасов кирпича

$$P_{\text{скл.кирп}} = \frac{325}{32} \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 72 \text{ м}^2$$

$P_{\text{общ}} = 325$ тыс. шт - кирпич

$T = 32$ дней - потребление кирпича

Площадь открытых складских площадок:

$$P_{\text{скл.бет}} = 123 \cdot 1 = 123 \text{ м}^2$$

$q = 1$ - норма складирования на 1 м^2 пола склада для железобетонных элементов (прил. 4[9]).

$$P_{\text{скл.кирп}} = 72 \cdot 2,5 = 180 \text{ м}^2$$

$q = 2,5$ - норма складирования на 1 м^2 пола склада для 1 тыс.шт. кирпича.

$$P_{\text{скл.}} = P_{\text{скл.бет}} + P_{\text{скл.кирп}} = 123 + 180 = 303 \text{ м}^2$$

3.4.3. Временные мобильные здания.

Потребность строительства в рабочих определяем по графику движения рабочей силы. Количество рабочих в максимально загруженную смену принимаем равным максимальному количеству рабочих, т.к. в период пика потребления трудовых ресурсов работы ведутся в одну смену.

Таблица 3.5.

Калькуляция потребности строительства в категориях работающих

№ п.п.	Состав рабочих кадров	Соотношение категорий работающих	Количество рабочих кадров
1	2	3	4
1	Всего работающих	100%	30
2	Рабочие	85%	26
3	ИТР	8%	2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

59

4	Служащие	5%	1
5	МОП и охрана	2%	1
6	Женщин	30%	9
7	Мужчин	70%	21
Количество работающих в наиболее многочисленную смену			30

Общая потребность во временных зданиях:

$$F = F_n \cdot P,$$

где F_n – нормативный показатель потребности здания;

P – число работающих в наиболее многочисленную смену.

Общая численность пользователей зданием (общая вместимость здания):

$$N_{вр} = \frac{F - F_n}{F} \cdot N_0,$$

где N_0 – количество пользователей временным зданием;

F – общая потребность в зданиях;

F_n – площадь временного помещения.

Необходимое количество временных зданий определяем по формуле:

$$P_v = \frac{N_{вр} \cdot m}{G}, \quad (3.5)$$

где $N_{вр}$ – количество пользователей временным зданием;

m – норматив показателя вместимости здания (прил. 2 [9]);

G – вместимость одного здания (сооружения) (прил. 3 [9]).

Городок строителей располагается на площадке в безопасной зоне от работы крана.

Таблица 3.6.

Калькуляция общей потребности во временных зданиях

№ п.п	Номенклатура помещений по функциональному назначению	Нормативный показатель	Расчетное число пользующихся помещением	Общая потребность в зданиях данного типа
1	Гардеробная	1 м ² /чел; 1 шкаф/чел	26	26м ² ; 26 шкафов
2	Умывальня	0,05 м ² /чел; 1/15 кран/чел	26	1,3 м ² ; 2 крана

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

60

3	Душевая с преддушевой и раздевалкой	0,4 м ² /чел; 1/5 сетка/чел	26	10,4 м ² ; 5 сетки
4	Помещения для обогрева, отдыха и приема пищи	1 м ² /чел	26	26 м ²
	Сушильня	0,2 м ² /чел;	26	5,2 м ²
5	Уборная муж.	0,07 м ² /чел;	21	1,5 м ² ; 2пр
	Уборная жен.	1/15 очко/чел	9	0,63 м ² ; 1 пр
6	Контора	2 м ² /чел	2	4 м ²

Таблица 3.7.

Конструктивные решения временных зданий

№ п.п.	Наименование зданий	Число пользователей	Серия мобильных зданий / шифр здания или номер проекта	Полезная площадь, м ²	Размер зданий, м	Количество зданий, шт.
1	2	3	4	5	6	7
1	Санитарно бытовой комплекс на 28 человек	26	"Универсал" 1129-034	62	9х6х2,9	1
2	Помещение для обогрева, отдыха, сушки и приема пищи на 10 человек	26	"Универсал" 1129-024	15,5	3х6х2,9	2
3	Уборная женская	9	биотулет	1,4	1,3х1,2х2,4	1
4	Уборная мужская	21	биотулет	1,4	1,3х1,2х2,5	2
5	Контора прораба на 2 рабочих места	2	"Нева" 7203-У1	15,4	3х6х3	1

3.4.4. Обоснование потребности строительства в воде

Временное водоснабжение на строительной площадке предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно бытовых и противопожарных нужд. Расход воды определяется как сумма потребностей по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}$$

где $Q_{пр}$, $Q_{хоз}$, $Q_{пож}$ – расход воды соответственно на производственные, хозяйственные и пожарные нужды, л/с;

Расход воды на производственные нужды:

$$Q_{пр} = \sum \frac{K_{ну} \cdot q_y \cdot n_{п} \cdot K_{ч}}{3600 \cdot t},$$

где $K_{ну} = 1,2$ – коэффициент неучтенного расхода воды;

q_y – удельный расход воды на производственные нужды, л (прил. 5 [9]);

$n_{п}$ – число производственных потребителей;

$K_{ч} = 1,5$ – коэффициент часовой неравномерности потребления;

$t = 8ч$ – число учитываемых расходом воды часов в смену;

Таблица 3.8.

Калькуляция потребности в воде на производственные нужды

№	Наименование потребителя	Ед. изм.	Кол-во потреб.	Продол. потр., дн	Удельный расход, л	Коэффициент		Число часов в смену	Расход воды, л/с
						Неучтен расход	Нерав. потреб. л.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Малярные работы	1 м ²	36760	24	0,5-1	1,2	1,5	8	0,096
2	Штукатурные работы	1 м ²	24800	24	4-8	1,2	1,5	8	0,52
3	Экскаватор при двигателе внутреннего сгорания	1 маш-ч	79	10	10-15	1,2	1,5	8	0,064
4	Заправка и обмывка автомобилей, общий расход	Маш/дн.	144	144	300-400	1,2	1,5	8	0,025
Всего:									0,705

Расход воды на хозяйственные нужды:

$$Q_{хоз} = \sum \frac{q_x \cdot n_p \cdot K_{ч}}{3600 \cdot t} + \frac{q_d \cdot n_d}{60 \cdot t_1},$$

где q_x – удельный расход воды на хозяйственные нужды (прил. 6 [9]);

q_d – расход воды на прием душа одного работающего (прил. 6 [9]);

n_p – число работающих в наиболее загруженную смену;

$n_d = 0,8 \cdot n_p$ – число пользующихся душем;

$t_1 = 5$ мин – продолжительность использования душа;

$K_q = 1,5$ – коэффициент часовой неравномерности потребления;

$t = 8$ – число учитываемых расходом воды часов в смену

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{25 * 30 * 1,5}{3600 * 8} + \frac{4 * 30 * 1,5}{60 * 3} + \frac{50 * 26}{60 * 5} = 5,4 \text{ л/с}$$

Расход воды на пожарные нужды:

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$$

из расчета действия 2 струй из гидрантов по 5 л/с.

$$Q_{\text{тр}} = 0,705 + 5,4 + 10 = 16,1 \text{ л/с}$$

На водопроводной линии предусматривают не менее двух гидрантов, расположенных на расстоянии не более 150 м один от другого. Диаметр труб водонапорной наружной сети определяем по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{1000 \cdot Q_{\text{тр}}}{3,14 \cdot v}} = 2 \sqrt{\frac{1000 * 16,1}{3,14 * 0,6}} = 185 \text{ мм}$$

$v = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ – скорость движения воды в трубах.

Принимаем 2 гидранта с диаметром трубы 70 мм.

3.4.5. Обоснование потребности в электроэнергии

Сети электроснабжения постоянные и временные предназначены для энергетического обеспечения силовых и технологических потребителей, а так же для энергетического обеспечения наружного и внутреннего освещения объектов строительства, временных зданий и сооружений, мест производства работ и строительных площадок.

$$P_p = \sum \frac{K_c P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_c P_m}{\cos \varphi} + \sum K_c P_{\text{ОВ}} + \sum P_{\text{ОН}}$$

где $\cos \varphi$ - коэффициент мощности (прил. 7 [9]);

K_c – коэффициент спроса (прил. 7 [9]);

P_c - мощность силовых потребителей, кВт;

P_m – мощность для технологических нужд, кВт;

$P_{\text{ОВ}}$ – мощность устройств внутреннего освещения, кВт;

$P_{\text{ОН}}$ – мощность устройств наружного освещения, кВт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

63

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

64

Калькуляция потребности строительства в электроэнергии

Таблица 3.9.

№ п.п.	Наименование потребителей	Ед. изм.	Объем потребления	Коэффициент		Удельная мощность, кВт	Расчетная мощн., кВт А
				спроса, Кс	мощн., cosφ		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Кран башенный	шт.	1	0,4	0,5	67	53,6
Итого на силовые потребители							53,6
2	Территория производства работ	м ²	6540	1	1	0,0004	2,62
3	Монтаж строительных конструкций и каменная кладка	м ²	705	1	1	0,003	2,12
4	Такелажные работы, склады	м ²	257	1	1	0,002	0,52
5	Главные проходы и проезды	м	240	1	1	0,005	0,48
6	Охранное освещение	м	12	1	1	0,0015	0,02
7	Аварийное освещение	м	370	1	1	0,0007	0,3
Итого на наружное освещение							6,06
8	Гардеробная с умывальной	м ²	93	0,8	1	0,015	1,12
9	Уборная женская	м ²	1,4	0,8	1	0,015	0,017
10	Уборная мужская	м ²	2,8	0,8	1	0,015	0,034
11		м ²	15,4	0,8	1	0,015	0,18
Итого на внутреннее освещение*							1,36
Расчетная мощность							61,02

На внутреннее освещение приняты лампы накаливания общего назначения Б220 мощностью 15 Вт.

По результатам расчета принимаем трансформаторную подстанцию:

Тип КП 160/60-10

Мощность 100 кВт·А

Напряжение: высокое 6 кВ

низкое 0,4; 0,2 кВ

Габаритные размеры (длина, ширина, высота) 2710x1300x1150

Масса 350, кг

3.4.6. Обоснование потребности в освещении

Расчет числа прожекторов ведется через удельную мощность прожекторов по формуле:

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

машины и границы создаваемой ею опасной зоны. При этом должна быть обеспечена обзорность рабочей зоны, а также рабочих зон с рабочего места машиниста. В случаях, когда машинист, управляющий машиной, не имеет достаточного обзора, ему должен быть выделен сигнальщик. Со значением сигналов, подаваемых в процессе работы и передвижения машины, должны быть ознакомлены все лица, связанные с ее работой. Опасные зоны, которые возникают или могут возникнуть во время работы машины, должны быть обозначены знаками безопасности и (или) предупредительными надписями.

При размещении и эксплуатации машин, транспортных средств должны быть приняты меры, предупреждающие их опрокидывание или самопроизвольное перемещение под действием ветра, при уклоне местности или просадке грунта.

Ввод в эксплуатацию стационарных машин, установленных на строительных площадках (бетонных или растворных заводов, строительных подъемников, компрессорных станций и т.п.), производится совместным решением лиц, ответственных за безопасность труда на данной площадке и при эксплуатации данного вида оборудования с привлечением, в случае необходимости, соответствующих органов государственного надзора.

Персонал, эксплуатирующий средства механизации, оснастку, приспособления и ручные машины, до начала работ должен быть обучен безопасным методам и приемам работ с их применением согласно требованиям инструкций завода-изготовителя и инструкции по охране

					08.03.01.2021-ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

4. Технологическая карта на возведение металлического каркаса.

В дипломном проекте рассмотрена технологическая карта на монтаж металлического каркаса, представленный:

- возведением колонн, связей и распорок между ними;
- возведением фермы, связей и распорок между ними

4.1. Калькуляция трудозатрат на монтаж.

Таблица 4.1.

№	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование (ЕНиР, ГЭСН)	Машиносмен		Трудозатраты чел-см.	
					Нвр	маш-см	Нвр	чел-см
1	Монтаж колонн стоек	шт	24	Е5-1-4	0,42	1,26	2,1	6,30
2	Монтаж связей между колоннами	шт	8	Е5-1-6	0,21	0,21	0,64	0,64
3	Монтаж распорок между колоннами	шт	23	Е5-1-4	0,05	0,14	0,15	0,43
4	Монтаж ферм	шт	10	Е5-1-6	1,1	1,38	7,6	9,50
5	Монтаж связей между фермами	шт	18	Е5-1-6	0,21	0,47	0,64	1,44
6	Монтаж распорок между фермами	шт	45	Е5-1-4	0,05	0,28	0,15	0,84
7	Монтаж прогонов	шт	90	Е5-1-4	0,05	0,56	0,15	1,69
8	Сэндвич	100м2	13,23	09-04-006-02	16,4	27,12	105,2	174,1

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

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

71

	панели						8	1
9	Сэндвич плит перекрытия	100м2	14,4	09-04-002-01	2,61	4,70	35,5	63,90
10	Герметизации шва между панелями	10м	21,6	26-01-018-01			6,67	18,01
Всего					312,98			

4.2. Технология и организация процесса

4.2.1. Монтаж каркаса

Монтаж каркаса состоит из следующих операций:

- подготовка мест установки и крепления колонн и балок;
- строповка колонн и балок;
- подъем, наводка и установка их на место крепления;
- выверка и временное закрепление (если требуется);
- расстроповка колонн и балок.

Отдельным потоком, используя смонтированный каркас, произвести монтаж прогонов (ферм) и встроенных стальных конструкций.

3.6 Монтаж колонны выполнить по схеме, показанной на рисунке 4.1.

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

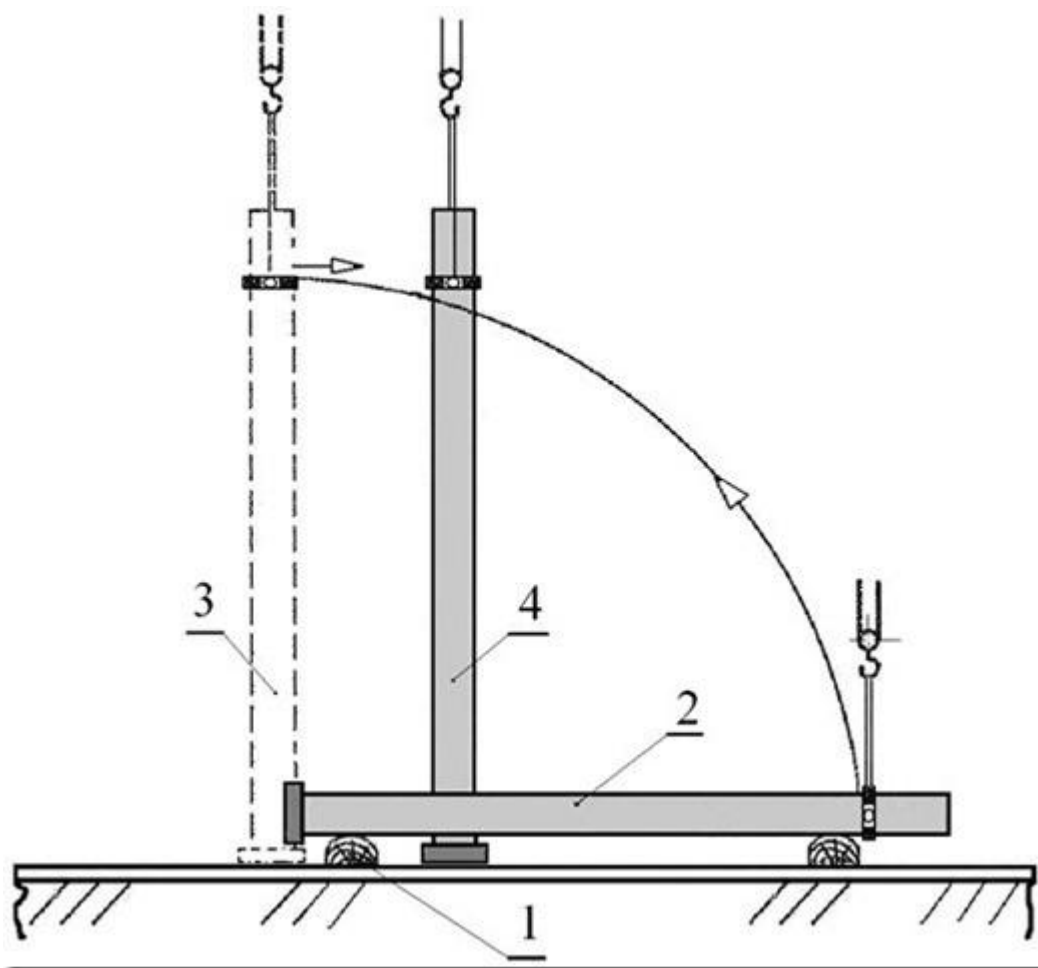


Рис.4.1. Монтаж колонны

Перед монтажом колонну укладывают на деревянные подкладки (1). Колонну переводят монтажным краном из горизонтального (2) в вертикальное (3), а затем и в проектное положение (4).

Наводку колонны в проектное положение производить с минимальной скоростью.

Положение колонны выверить относительно разбивочных осей, проверить ее вертикальность и высотную отметку. Основные допуски на монтаж колонны приведены в разделе 4.

Временное закрепление установленной колонны произвести с помощью монтажной оснастки (подкосов, связей, кондукторов и т.п.), типоразмер которой зависит от размеров и конструкции монтируемой колонны. Временное закрепление колонны расчалками показано на рис.4. Инвентарная расчалка с натяжным устройством (1) прикреплена к колонне

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

73

(2) и к инвентарному железобетонному блоку (3) (или к ранее смонтированному элементу каркаса).

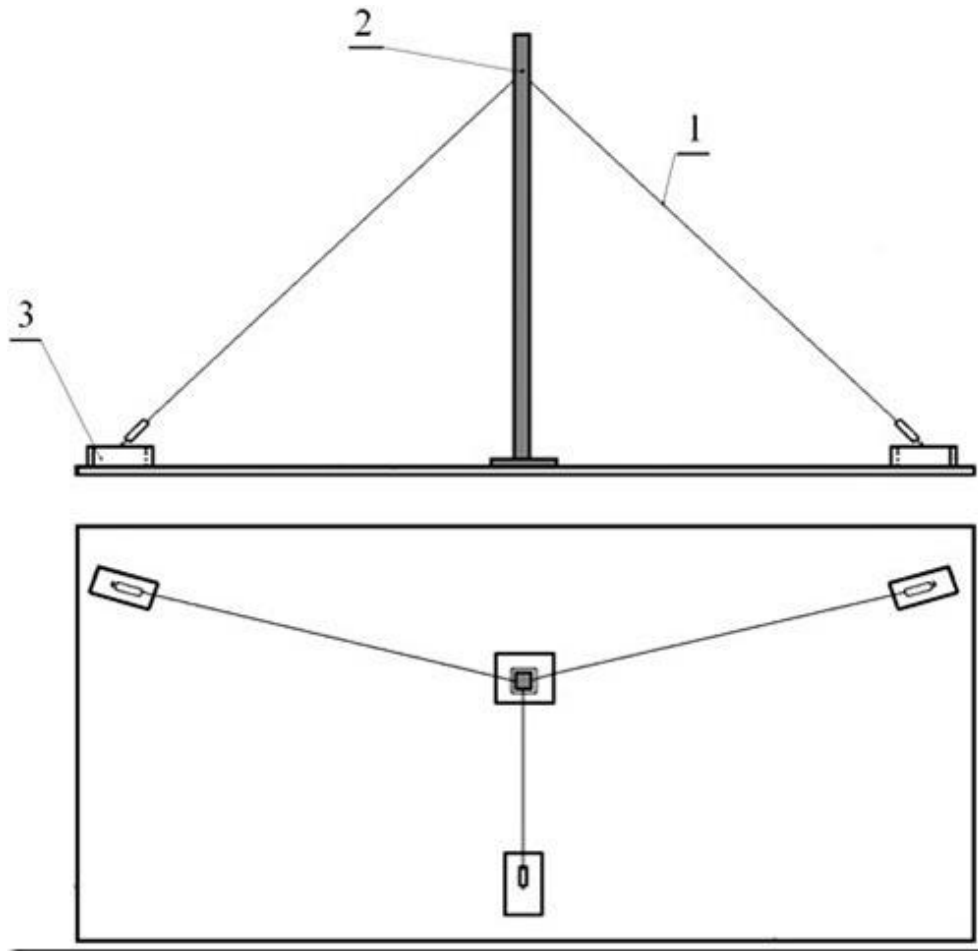


Рис.4.2. Временное крепление колонны

Постоянное закрепление колонн, балок и прогонов произвести сваркой согласно проекту.

Стропы могут быть сняты с колонны, балки, прогона после их временного закрепления. Монтажную оснастку снять после постоянного закрепления деталей каркаса по проекту.

3.7 Монтаж балки производят на опорные площадки, подготовленные на колоннах согласно проекту.

К колоннам приставляют инвентарные средства подмащивания с площадками (монтажные лестницы, передвижные подмости, вышки и т.п.). С помощью оттяжек производится подъем балки и наведение ее в положение, близкое к проектному. После этого монтажники поднимаются на площадки средств подмащивания и устанавливают балку в проектное

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

74

положение. Строп балки при этом может быть приспущен на 5-10 см. Производится сварка конструкций согласно проекту, после чего осуществляют расстроповку балки.

3.8 Установку балок и колонн в проектное положение произвести с первого раза. Строповку осуществлять стропами с замыкающими устройствами на крюках. Неиспользуемые ветви стропа следует навешивать на соединительное звено. Угол между ветвями стропа не должен превышать 90° . Крюки стропа должны быть направлены от центра тяжести балок и колонн. При строповке балок использовать инвентарные прокладки, предотвращающие перетирание каната.

Схемы строповки приведены на рис.4.3.

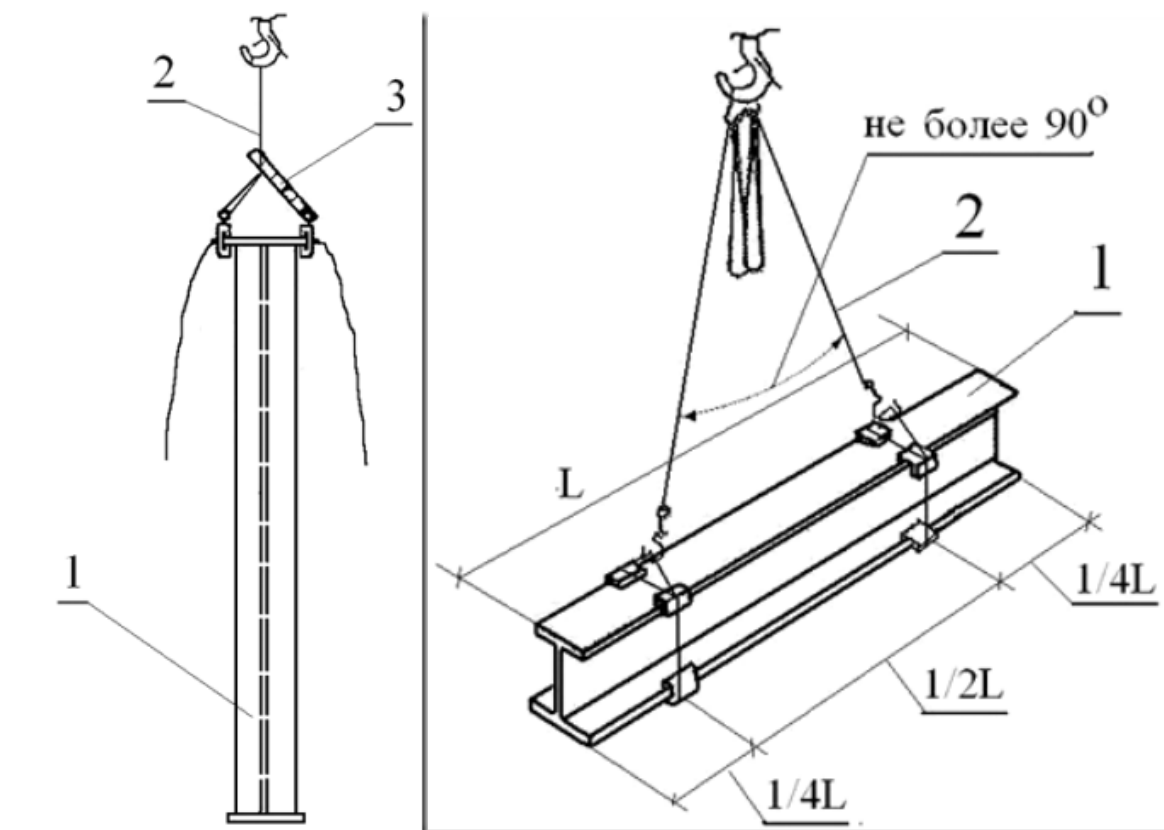


Рис.4.3. Строповка колонн и балок

Строповку колонны (1) производить стропом (2) типа 1СК-4,0/2000 по ГОСТ 25573-82 и клещевым захватом с дистанционным управлением расстроповкой — КЗ-3.2 (рис.4.3).

Строповку балки (1) производить стропом (2) типа 4СК1-2/2000 ГОСТ 25573-82 (рис.4.3).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

75

При строповке использовать съемные грузозахватные приспособления, типоразмеры которых применить с учетом конструкции и масс колонн и балок.

Захваты для колонн и балок показаны на рис.4.4.

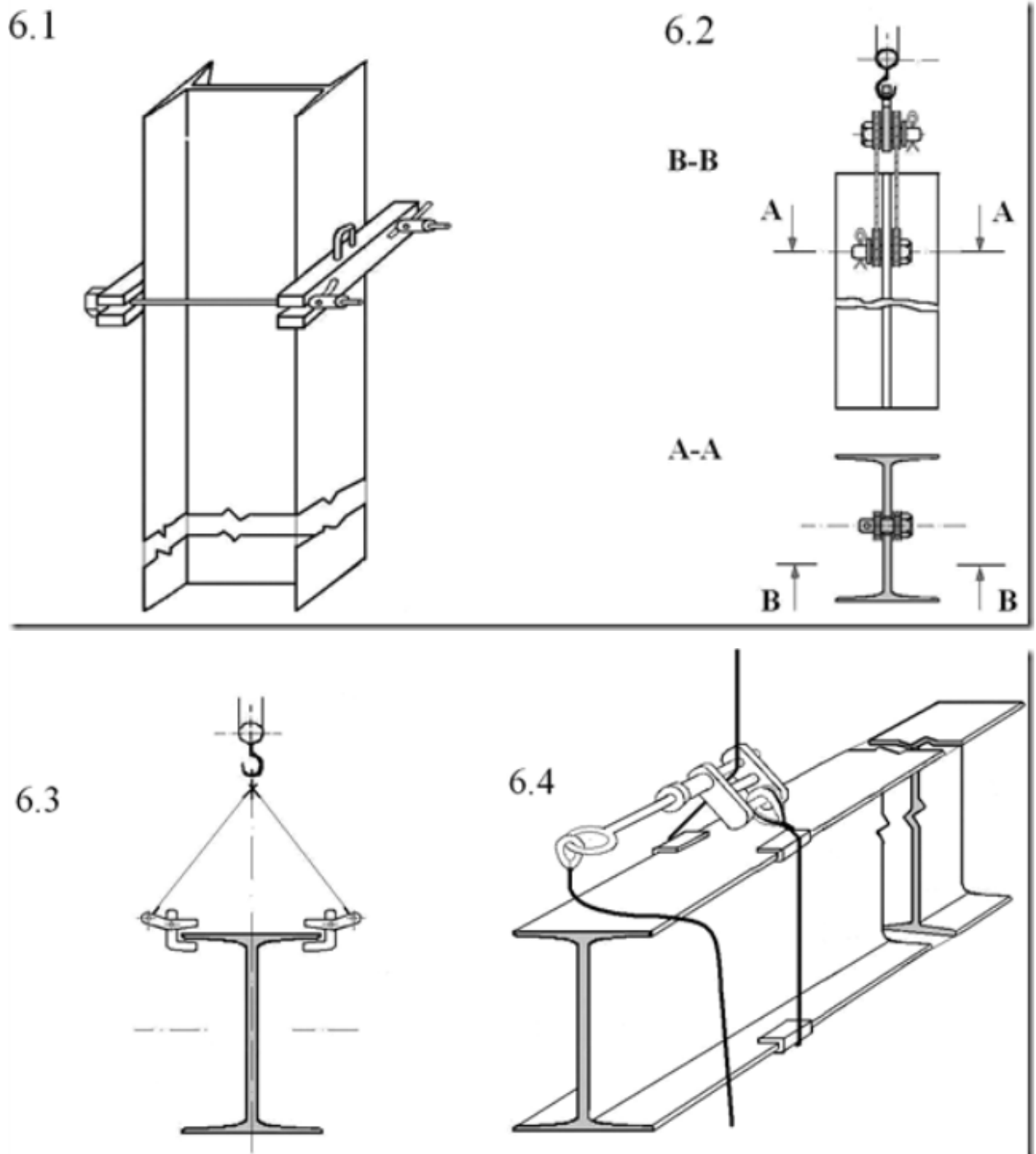


Рис.4.4. Захваты для колонн и балок

Для колонн, кроме клещевого захвата (рис.4,2), применять фрикционные (рис.4.4), пальцевые со строповочным отверстием в колонне (рис.4.4) и эксцентрики захваты.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

76

Для балок, кроме петлевого захвата (рис.54.3), применять рычажные (рис.4.4) или штырьевые (рис.4.4) захваты.

Схемы строповки должны быть помещены на стенд, место расположения которого на участке работ указано.

Подготовка ферм к монтажу состоит из следующих операций: укрупнительной сборки, обстройки лестницами в местах установки связей, закрепления расчалок и оттяжек. Расчалки ставят попарно, чтобы при установке обеспечить расчаливание фермы в обе стороны от ее оси. Оттяжки крепят у концов фермы, чтобы удерживать ее от раскачивания.

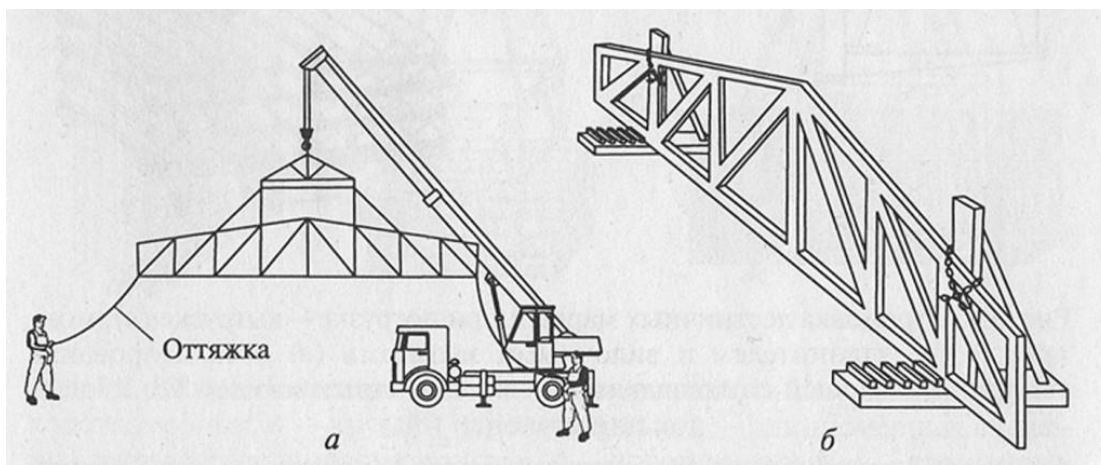


Рис. 4.5. Стropовка (а) и складирование ферм на металлических опорах (б)

Вдоль фермы, выше нижнего пояса на 1,2 ... 1,6 м, натягивают стальной страховочный канат. Фермы поднимают с навешенными лестницами, люльками, и другими приспособлениями.

Поднимают, наводят и устанавливают стальные фермы на опоры так же, как железобетонные. Для упрощения монтажа ферм на колоннах крепят опорные столики, определяющие положение ферм по высоте. Этого достаточно для того, чтобы обеспечить установленные нормами допуски. Точность установки ферм по высоте увеличивается при безвыверочном монтаже.

Выверка ферм, таким образом, сводится к совмещению осевых рисок на ферме с осевыми рисками на колонне. Необходимое для этого перемещение

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

77

фермы обеспечивается за счет того, что диаметр отверстий под болты в узлах фермы несколько больше диаметра крепежных болтов. Выверка расстояний между фермами достигается установкой распорок и постоянных связей.

Поднятую ферму до расстроповки прикрепляют к опорам (колонне или подстропильной ферме) не менее чем половиной проектного числа болтов. Несмотря на такую связь с колоннами, фермы неустойчивы, поэтому до расстроповки их крепят расчалками или прогонами и связями к ранее смонтированным конструкциям.

Расчалки делают из канатов одинакового диаметра в каждой паре; располагают их так, чтобы по возможности они были перпендикулярны плоскости фермы (угол между фермой и расчалкой в плане не менее 45°), а угол наклона к горизонту составлял не более 45° . Натягивают расчалки винтовыми стяжками равномерно в каждой паре, не нарушая прямолинейности поясов и вертикальности стропильных ферм и фонаря. Расчалки крепят к якорям или к ранее смонтированным конструкциям, если устойчивость их при этом подтверждена расчетом.

В случаях, когда верхний пояс стальной фермы непосредственно не примыкает к колоннам (ферма опирается на оголовок колонны опорной стойкой), расчалки устанавливают в верхних узлах опорных раскосов.

Связи и распорки на первых двух стропильных фермах по ходу монтажа, а также первых двух фонарных фермах монтируют с помощью крана после предварительного расчаливания верхних поясов в обе стороны от оси фермы и фонаря. Места крепления расчалок, число их для стальных ферм и фонарей указываются в проекте производства работ.

В покрытии с фонарями конструкции фонарных рам можно монтировать приваренными к фермам либо как самостоятельные конструкции.

После крепления ферм к колоннам болтами, установки расчалок, элементов связей приступают к монтажу элементов покрытия.

										Лист
										78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

Кровельные покрытия производственных зданий бывают двух типов: с прогонами по фермам и без них. В дипломном проекте применяется 1 вариант, между стропильными фермами через 3 м устанавливают прогоны, на которые укладывают сэндвич плиты.

Простейшими прогонами являются балки из прокатных швеллеров или двутавров (при шаге ферм 6 м), швеллеры из гнутых профилей (при шаге ферм 6 и 12 м). Прогоны крепят к поясам ферм с помощью коротышей из уголков, приваренных к поясу фермы, планками, гнутыми элементами из листовой стали. При монтаже прогоны ставят на верхний пояс фермы вплотную к перу уголка и крепят к ним болтами.

4.2.2. Укрупнительная сборка и устойчивость монтируемых конструкций.

Укрупнительная сборка и устойчивость монтируемых конструкций.

При проектировании технологических металлоконструкций и нестандартного оборудования учитывают условия их транспортирования. В зависимости от средств перемещения конструкций выбирают габариты отправочных элементов.

Отдельные элементы отправляют на монтаж россыпью, но для повышения производительности труда целесообразно устанавливать укрупненные элементы.

Внедрение крупноблочного монтажа может быть достигнуто при получении от промышленности конструкций и оборудования не россыпью, а укрупненными блоками, а также при предварительном укрупнении конструкций и оборудования в блоки на монтажной площадке перед подъемом.

Укрупнение конструкций должно производиться в пределах рационального использования грузоподъемных монтажных механизмов. Укрупнительная сборка на монтажной площадке может сократиться за счет поставок промышленностью и заводами металлоконструкций

										Лист
										79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

подъемом привязывают оттяжки, при помощи которых во время монтажа создается возможность предохранить грузовой полиспаст и поднимаемый элемент от закручивания. В некоторых случаях, когда поднимают большие элементы, оттяжка натягивается ручной лебедкой. Затем подготовленные к подъему конструкции устанавливают краном в проектное положение. После подъема металлоконструкций и их установки в проектное положение монтируемый элемент закрепляют.

Основным способом производства монтажных работ должен быть монтаж крупными блоками «с колес», без перегрузок конструкций. Блоки должны включать в возможных случаях кроме собственно стальных конструкций также и механические детали, футеровку. Степень укрупнения определяется проектом производства работ.

Укрупнение конструкций перед подъемом увеличивает выработку на монтаже и сокращает сроки строительства.

В проекте производства работ, а также и на монтажной площадке большое внимание уделяют устойчивости монтируемых конструкций. Выбранный способ монтажа должен обеспечивать устойчивость конструкций во время монтажа.

Для устойчивости отдельных элементов их закрепляют. Особое внимание уделяют устойчивости колонн, стоек и ферм. Устойчивость этих элементов в обеих плоскостях неодинакова, поэтому при монтаже это заслуживает особого внимания.

Устойчивость поставленных конструкций до проектного закрепления может обеспечиваться распорками или связями, а в некоторых случаях расчалками.

Монтаж технологических металлоконструкций тесно связан с монтажом строительных конструкций: вопросы устойчивости имеют для них одинаково большое значение.

Устойчивость колонн с широкими башмаками и четырьмя анкерными болтами обеспечивается затяжкой всех четырех болтов. Колонны с узкими башмаками расчаливаются в плоскости наименьшей жесткости, а колонны с

										Лист
										82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

шарнирным опиранием на фундамент – расчалками во всех четырех плоскостях.

					08.03.01.2021-ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

4.2.3. Сварочные работы выполняют после проверки правильности монтажа конструкций.

Сварка производится — ручная дуговая, покрытыми электродами типа Э-42А, Э-50А и Э-55А. Размеры швов и кромок — согласно рабочим чертежам на сварочные соединения, валиками сечением не менее 20-35 мм². Следует зачищать места сварки: кромки свариваемых деталей в местах расположения швов и прилегающие к ним поверхности шириной не менее 20 мм необходимо зачищать с удалением ржавчины, жиров, краски, грязи и влаги. Сварку производить при устойчивом режиме: отклонения от заданных значений сварочного тока и напряжения на дуге не должны превышать 5-7%.

Электроды подвергнуть сушке (прокаливанию) в сушильных печах. Число прокалённых электродов на рабочем месте сварщика не должно превышать трёх-четырёх часовой потребности. Электроды следует предохранить от увлажнения — хранить в герметичных пеналах.

При двусторонней сварке стыковых, тавровых и угловых соединений с полным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны удалить его корень до чистого металла.

Применение начальных и выводных планок следует предусматривать по рабочим чертежам сварных соединений. Не допускается возбуждать дугу и выводить кратер на основной металл за пределы шва.

Каждый последующий слой многослойного шва следует выполнять после очистки предыдущего слоя от шлака и брызг металла. Участок шва с трещинами следует исправлять до наложения последующего слоя.

Поверхности сварных швов после окончания сварки очистить от шлака, брызг, наплывов и натеков металла.

Приваренные монтажные приспособления удалить (газовой резкой с припуском) без повреждения основного металла и ударных воздействий.

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Места их приварки зачистить механическим способом заподлицо с основным металлом.

Сварочные работы производить при температуре наружного воздуха не ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Силу сварочного тока необходимо при этом повышать пропорционально понижению температуры: при понижении от 0 до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ — на 10%, при понижении от -10 до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ — еще на 10%.

При отрицательной температуре сварочные работы выполнить с соблюдением следующих правил:

- особо тщательно заварить замыкающие участки швов;
- удалить влагу и снег на расстоянии не менее 1 м от места сварки;
- просушить зону сварки, например, с помощью пламени горелки.

Около шва сварного соединения, на расстоянии 40 мм от границы шва должен быть проставлен номер клейма сварщика.

4.2.4. Монтаж сэндвич панелей

Сэндвич используют для обшивки крыш и стен. Крепление каждого вида работы имеет свои нюансы. Монтаж стеновых панелей может осуществляться как в вертикальном, так и в горизонтальном варианте.

					08.03.01.2021-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

предварительно сделать отверстия для крепления. В обязательном порядке устанавливайте направляющие на фундамент по уровню, дабы обеспечить горизонтальное расположение монтируемых стеновых сэндвичей. При необходимости между цоколем и направляющими и между сэндвичем и направляющими прокладывается герметик.

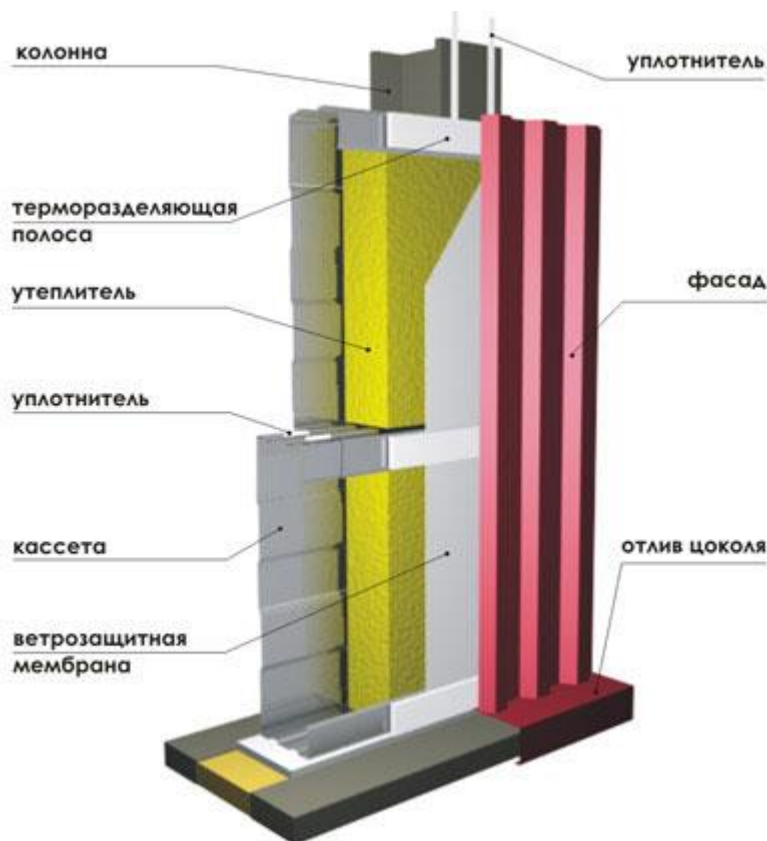


Рис. 4.7. Структура сэндвич-панелей поэлементной сборки.

Подготавливаем полосу изоляции между фундаментом и сэндвичем. Например, можно использовать для этого полосу минеральной ваты, имеющую размер в поперечнике $V_{пан} \times 20$ мм, где $V_{пан}$ – это ширина изделия. Эту изоляцию укладывают в паз сэндвича или раскатывают непосредственно на фундамент.

Если каркас вашего строения выполнен из бетона или дерева, то нужна предварительная засверловка стеновых панелей в местах их крепления.

По всей высоте колонн каркаса необходимо установить самоклеящуюся уплотнительную ленту. Крепить ее необходимо по посередине колонны из расчета: промежуточные опоры – 1 шт., а в местах узла панелей – 2 шт. (не меньше 30 мм от края изделия).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2021-ПЗ

Лист

87

Применяя специальные захваты и подъемный механизм, устанавливаем на направляющие сэндвич так, чтобы она своим собственным весом придавила изоляцию. Исходя из длины и толщины изделия, определяется количество захватов (один захват предназначен для подъема панели толщиной не более 100 мм и длиной не больше 6 м, толщиной более 100 мм и длиной не больше 4,5 м).

Используя специальные струбцины, прижимаем к колоннам установленную панель, при этом крайне важно следить за целостностью полимерного покрытия изделия. После этого, с применением уровня, проверяем установку панели по горизонтали.

Крепление стеновых сэндвичей

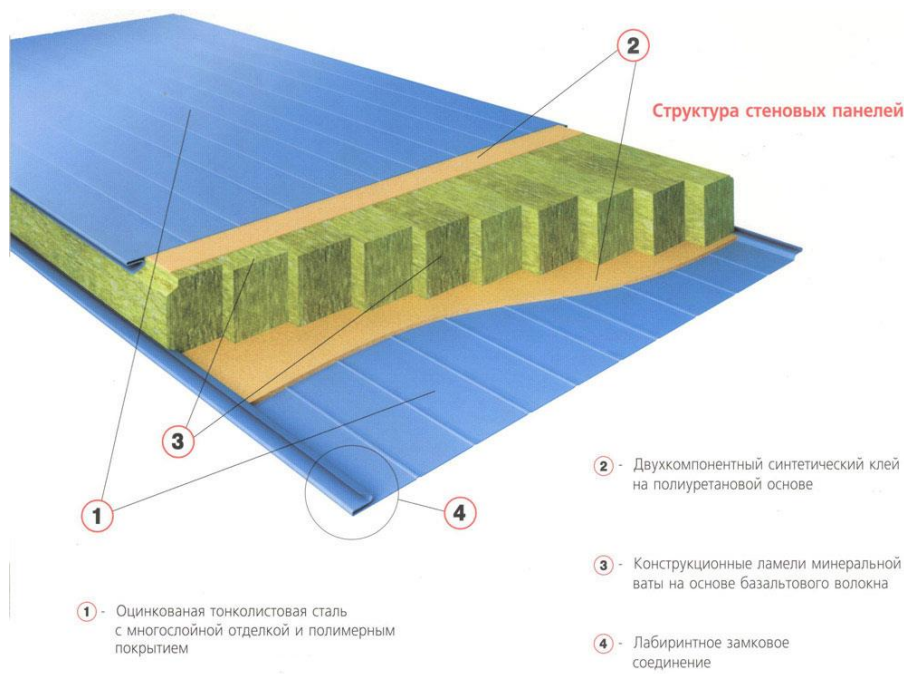


Рис. 4.8. Структура стеновой панели.

После фиксации панели выполняем следующие действия:

при сооружении каркаса из металла – крепления стеновых панелей к колоннам выполняется с применением саморезов с буром по металлу без предварительной их засверловки;

Крепеж устанавливается на расстоянии от края изделия не меньше чем 30 мм. Как правило, по 2 шт. на каждую колонну с шагом 900 или 1200 мм по ширине панели.

Аналогично выполняется монтаж стеновых панелей первого и последующих ярусов.

Узлы соединения соседних секций заделывают уплотнительной лентой или минеральной ватой. Величина швов зависит от пролета панели: если он менее 4 м, то шов имеет величину не меньше 15 мм, а если более 4 м, то размер шва должен быть не меньше 20 мм.

Приступая к монтажу очередных стен, не следует забывать, что первым делом устанавливаются стыковые панели, а уже потом нахлестные. Технология монтажа угловых и стыковых соединений аналогична.

Вертикальный вариант монтажа



Рис. 4.9. Структура кровельных панелей.

Инструкция вертикального монтажа практически ничем не отличается от инструкции горизонтальной установки. Однако необходимо обратить пристальное внимание на обеспечение при стыковке смежных сэндвичей достаточного усилия, что очень даже затруднительно при применении панелей значительной массы и длины. Для этого применяются специальные

прижимные устройства, которые способны обеспечить надежный замковый узел. Запрещается стыковать панели с применением любого иного (ударного) метода воздействия.

На цоколь строения устанавливаем гнутые элементы (поддерживающие). При необходимости между панелью и цоколем дополнительно прокладываем слой минеральной ваты. Выверяем вертикальность изделия с помощью отвеса, устанавливаем его на цоколь и прижимаем к прогонам, после чего закрепляем саморезами. Пользуясь металлическими прогонами, на них необходимо нанести самоклеящуюся ленту.

Правила установки кровельной панели

Уклон кровли должен быть не меньше 7 градусов. При наличии [ската кровли](#) с уклоном больше 15 градусов нужно предусмотреть монтаж дополнительных упоров.

Монтаж кровельных панелей можно разделить на три основных процесса:

1. Крепление и установка первой панели. При наличии ската кровли с длиной более 12 м установка кровельных изделий выполняется от свеса к коньку. Первая панель при помощи грузоподъемника устанавливается на прогоне по скату и закрепляется саморезами. После чего аккуратно, так чтобы сохранилась целостность полимерного покрытия, выполняется проверка положения панели. Крайне важно установить первую панель под необходимым уклоном и в правильном положении.

2. Поперечная состыковка изделия. Следующая кровельная панель подрезается в нижней части торца, и удаляется лишний утеплитель. Затем прикрепляется к прогону и только после выполнения расстроповки оба изделия соединяются в поперечном стыке.

3. Продольный замочный стык. Единственным нюансом данного соединения является то, что перед монтажом в обязательном порядке в паз замка наносится силиконовый герметик, после чего панели соединяются.

										Лист
										90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

					<i>08.03.01.2021-ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

Таблица 4.2. Предельные отклонения размеров стального каркаса

Интервалы номинальных размеров конструкций, м	Предельные отклонения линейных размеров, ± мм	Предельные отклонения диагоналей, ± мм
От 2,5 до 4,0	5	12
От 4,0 до 8,0	6	15
От 8,0 до 16,0	8	20
От 16,0 до 25,0	10	25
От 25,0 до 40,0	12	30

4.3.2. Контроль качества сварочных работ

Для приемки сварочных работ швы сварных соединений по окончании сварки очистить от шлака, брызг и наплывов металла. Непровары, наплывы, прожоги, трещины всех видов, размеров и расположения, оплавление основного металла не допускаются.

Дефекты сварных швов, которые необходимо учитывать при оценке качества сварочных работ, приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. - Допускаемые размеры дефектов сварных швов

Дефекты	Характеристика дефектов	Допускаемые размеры дефектов
Газовая полость	Максимальный размер полости	Не более 3 мм
Поры	Доля суммарной площади пор	Не более 1-4%
	Максимальный размер поры	2 мм
Шлаковые включения	Максимальный размер	2 мм
Непровары	Расстояния между непроварами	Не более 2 мм
Зазор между свариваемыми деталями	Максимальный размер	2 мм
Подрезы	Глубина подреза	Не более 1,0 мм
Выпуклость	Высота выпуклости	Не более
	— стыковой шов	5 мм
	— угловой шов	3 мм
Уменьшение катета шва	Разница в катетах (по проекту и по факту)	Не более 1 мм
Асимметрия углового шва	Разница в катетах углового шва	Не более 1,5 мм
Вогнутость корня шва, утяжка	Глубина утяжки	Не более 0,5 мм

Сварные швы с выявленными дефектами подлежат исправлению. Исправление сварных швов производить ручной дуговой сваркой, электродами того же типа диаметром 3 или 4 мм.

Наружные дефекты в виде неполномерных швов, подрезов и не заплавленных кратеров заварить с последующей зачисткой. Участки с поверхностными порами, шлаковыми включениями и несплавлениями предварительно обработать абразивным инструментом на глубину залегания, заварить и зачистить поверхность шва. Ожоги поверхности основного металла от сварочной дуги зачистить абразивным инструментом (например, наждачным кругом) на глубину 0,5-0,7 мм.

При появлении в металле шва трещины необходимо прекратить сварку до установления причины трещинообразования. Сварку разрешается возобновить после устранения трещины и принятия мер по предотвращению образования трещин.

Для устранения трещины следует:

- установить расположение, протяженность и глубину трещины,
- засверлить сверлом диаметром 5-8 мм концы трещины с припуском 15 мм в каждую сторону,
- выполнить Y-образную разделку кромок с углом раскрытия 60-70°,
- заварить разделку кромок электродами диаметром 3 или 4 мм.

Заварку разделки следует выполнить с предварительным подогревом металла до температуры 150-250 °С, поддерживать ее в процессе сварки и после ее окончания в течение времени из расчета 1,5-2 мин на 1 мм толщины металла.

Исправленный сварной шов подлежит контролю ультразвуковой дефектоскопией.

										Лист
										95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021-ПЗ					

4.3.3 Контроль качества и приемки сэндвич панелей

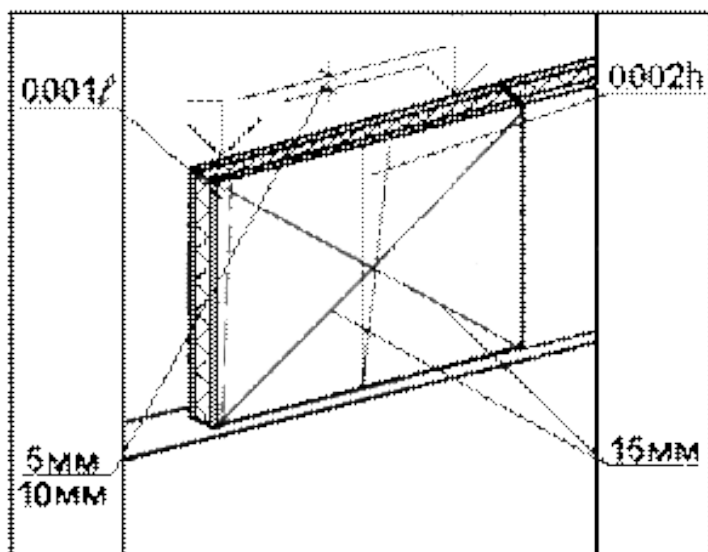


Рис. 4.10. Контроль качества и приемки сэндвич панелей

Предельные отклонения:

- от вертикали кромок панелей $0,001$ длины панели (l);
- разности отметок концов горизонтально установленных панелей при

длине панели:

до 6 м 5 мм;

свыше 6 м до 12 м 10 мм;

- плоскости наружной поверхности стенового ограждения

от вертикали $0,002$ высоты ограждений (h);

- размеров карт укрупненной сборки по длине и ширине ± 6 мм;

- разности размеров диагоналей 15 мм.

Законченные монтажом конструкции стен следует принимать на все здание, температурный блок или по пролетам.

17. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85».
18. СП 11-101-2003 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений»
19. Пособие к СНиП 1-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды». – М.: «ЦЕНТРИНВЕСТ проект», 2000.
20. СП 51.13330.2011 «Защита от шума».- М.: Госстрой России, 2004.
21. Спасибожко В.В. Охрана окружающей среды.: Учебное пособие/ЧГТУ, 1995-126с.
22. Архитектурная физика: Учебник для вузов / Под ред. Н.В. Оболенского. Издательство: Архитектура-С стр. 448, 2007
23. Экономика архитектурного проектирования и строительства: учебник для вузов по спец. "Архитектура" / В. А. Варезкин, В. С. Гребенкин, Л. И. Кирюшечкина, Н. М. Рекитар; под ред. В. А. Варезкина. - М.: Стройиздат, 1990. - 272с.: ил.

					08.03.01.2021-ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		98