

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Согласовано:
Гл. специалист предприятия

подпись, инициалы, фамилия

Утверждаю:
Зав. кафедрой

подпись, инициалы, фамилия

“.....”20 г.

“.....”20 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА ПО
НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 08.04.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»
НАПРАВЛЕННОСТЬ «ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ»

Тема ВКР Исследование действующей работы
конструктивных элементов 17-этажного железобетонного
здания с подвешенной паркингом на 150 машиномест в г. Пензе

Автор ВКР Авдеева Юлия Владимировна

Обозначение _____ Группа Ст-2дм

Руководитель ВКР Мухомов Александр Николаевич

Консультанты по разделам:
архитектурно-строительный Мухомов А.Н.
расчетно-конструктивный Мухомов А.Н.
основания и фундаменты Мухомов А.Н.
технологии и организации строительства Мухомов А.Н.
экономики строительства Мухомов А.Н.
вопросы экологии и безопасности
жизнедеятельности Мухомов А.Н.
НИР Мухомов А.Н.
Нормоконтроль Мухомов А.Н.

ПЕНЗА 2017 г.

II. СОСТАВ ВКР

1. Архитектурно-строительная часть должна быть представлена следующими проектными материалами:

- объемно-планировочное и конструктивное решение;
- генплан 1-500, 1-1000;
- планы неповторяющихся этажей М 1-100, 1-200;
- поперечный и продольный разрезы М 1-100, 1-200;
- фасады М 1-100, 1-200;
- план фундаментов М 1-200, 1-400; конструктивные детали и сечения фундаментов М 1-10, 1-20, 1-50;
- план кровли М 1-400, 1-800;
- технико-экономические показатели.

2. Расчетно-конструктивная часть должна состоять из:

- выбора типа, материала и конструктивной схемы здания или сооружения;
- расчета конструкций и основания;
- составления рабочих чертежей со спецификациями;
- оформления пояснительной записки.

3. Раздел технологии и организации строительства включает в себя:

- стройгенплан на стадии возведения подземной или надземной части здания;
- технологические карты на ведущие строительные процессы;

4. Раздел экономики строительства включает в себя:

- ведомость укрупненной номенклатуры работ на общестроительные работы на проектируемый объект;
- календарный план с графиками потока основных ресурсов (рабочих, капиталовложений, грузов), интегральным графиком капиталовложений и технико-экономическими показателями;

5. Вопросы экологии и безопасность жизнедеятельности.

III. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР

Сроки выполнения ВКР устанавливаются с 24.05. по 20.06 2017 г.

Объем ВКР: чертежей 8-10 листов, пояснительной записки от 60 до 100 страниц.

Законченная ВКР с пояснительной запиской, подписанной консультантами и руководителем, представляется на кафедру для окончательного решения и допуска к защите.

Дата выдачи «24» 05 2017 года.

Руководитель ВКР _____

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Зав. кафедрой УТВЕРЖДАЮ»
_____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы магистра
по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»
направленность «Теория и проектирование зданий и
сооружений»

Автор ВКР Авдонина Юлия Владимировна
Группа С-22М
Тема ВКР Исследование действующей работы конструктивных элементов 17-этажного торгово-офисного центра с подземным паркингом на 150 машиномест в г. Москве
Консультанты:
архитектурно-строительный раздел Мухомов А.Н.
расчетно-конструктивный раздел Мухомов А.Н.
основания и фундаменты Мухомов А.Н.
технология и организация строительства Мухомов А.Н.
экономика строительства Мухомов А.Н.
вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности Мухомов А.Н.
НИР Мухомов А.Н.

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВКР

1. Место строительства г. Москва
2. Назначение здания. Степень новизны разрабатываемой работы. Реальность ВКР
Торгово-офисное здание

(указать отличие от типового или ранее разработанного проекта)

Содержание

1. Архитектурно-строительный раздел

1.1 Общие положения	6
1.2 Генеральный план	7
1.3 Объемно-планировочное решение	9
1.4 Конструктивное решение	10
1.5 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	16

2. Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Конструктивная система каркаса	22
2.2 Сбор нагрузок	23
2.3 Расчет конструкций	26
3.4 Расчет узлов рамы	36

3. Основания и фундаменты

3.1 Привязка проектируемого здания к существующему рельефу строительной площадки	57
3.2 Оценка инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства	58
3.3 Расчет и проектирование фундаментов мелкого заложения в сечении I-I	59
3.4 Вычисление вероятной осадки фундаментов с учетом взаимного влияния	65

4. Технология и организация строительства

4.1 Проект производства работ	70
4.2 Проектирование календарного графика	74
4.3 Строительный генеральный план	75
4.4 Технологическая карта на устройство навесного вентилируемого фасада	80

5. Экономика строительства

5.1 Локальный сметный расчет на общестроительные работы	90
5.2 Объектная смета	98
5.3 Сводный сметный расчет стоимости строительства	99

6. Вопросы экологии и БЖД

6.1 Противопожарные требования	102
6.2 Оценка огнестойкости колонны	103
6.3 Организация безопасного производства работ при монтаже проф-	106

настила

7. НИР

7.1 Расчет колонн решетчатого сечения	110
7.2 Расчет колонны из квадратной трубы	113
Список литературы	116

1.1 Общие положения

Проектируемый объект – торгов-офисный центр. Высота здания – 17 этажей. Многоэтажная часть представляет собой офисный центр. Одноэтажная – учреждения торговли..

Район строительства - г. Москва. Площадка строительства расположена на 68 км МКАД.

В соответствии со СНиП 23-01-99* климатические условия площадки строительства:

- климатический район – IV
- средняя температура в январе – минус 10.2°
- средняя температура в июле – 18.1°
- температура наиболее холодной пятидневки – минус 30°
- среднегодовое количество осадков – 644мм
- район по ветровому давлению – I
- район по весу снегового покрова – III
- зона влажности – 2 (нормальная)

Средняя скорость ветра по направлениям, м/с

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	4	3.1	3.5	4.5	4.9	4.1	4.1	4.4
Июль	3.8	2.9	3	3.4	3.4	3.3	3.4	3.9

Повторяемость ветра по направлениям, %

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	9	7	7	15	16	20	13	13
Июль	17	10	10	8	1	11	16	22

Грунтовые условия строительной площадки представлены следующими грунтами:

- суглинок, мощностью 2.4...2.8 м
- глина, мощность слоя 1.6...2.0 м
- песок, мощностью 5.6...6.2 м
- супесь, мощность слоя 5.4...6.0 м
- суглинок, мощностью 3.6...4.1 м

Грунты относятся к категории надежных, так как модуль деформаций $E_0 > 5 \text{ МПа}$

Просадочные грунты в пределах площадки строительства отсутствуют.

Уровень грунтовых вод наблюдается в 4.4 м от поверхности земли. По результатам анализа воды не агрессивны по отношению к бетону.

Рельеф строительной площадки достаточно пологий. Представляет собой склон с перепадом высот в пределах границ участка 3м (2%).

1.2 Генеральный план

Участок, отведенный для строительства, расположен вблизи дороги, обеспечивающей хорошую транспортную связь возводимого объекта с инфраструктурой города.

Для обеспечения беспрепятственного проезда пожарных машин вокруг возводимого здания выполнены проезды с шириной дорожного полотна. Эти же проезды также служат для доставки товаров к разгрузочным платформам и доступа персонала к служебным парковкам.

На генеральном плане выделяют:

- здание торгово-офисного центра
- хозяйственные дворы
- служебная зона центра

- служебные зоны учреждений торговли
- зона посетителей

Хозяйственные двory служат для подвоза товаров в учреждения торговли, снабжения предприятия питания, хранения отходов. Хоздворы расположены с тыльной стороны возводимого комплекса. Это позволяет разделить потоки посетителей и служебного транспорта.

Служебная зона предназначена для сотрудников офисного центра. Она представляет собой автомобильную парковку на 20 машино-мест, расположенную вблизи служебного входа. Располагается эта зона с тыльной стороны возводимого объекта между двумя хоздворами.

Служебные зоны учреждений торговли предназначены для служебного персонала. Они представляют собой автомобильные парковки, рассчитанные на 6 машино-мест. Расположение зон – по торцам здания, обеспечивает быстрый доступ персонала в служебные помещения учреждений.

Зона центрального входа выполнена в виде мощеных покрытий. Остальные пешеходные коммуникации, как и автомобильные проезды выполнены из асфальтобетона.

Ширина основных транспортных коммуникаций – 6 м, ширина тротуаров – 3м.

Основные технико-экономические показатели генерального плана

- площадь участка 27000 м²
- площадь застройки 6150 м²
- площадь асфальта и мощения 12909 м²
- площадь озеленения 7941 м²
- коэффициент застройки 0.23
- коэффициент замощения 0.48
- коэффициент озеленения 0.29
- коэффициент использования территории 0.72

1.3 Объемно-планировочное решение

Здание имеет неправильную форму в плане. Центральная 17-этажная часть выполнена в виде прямоугольника. По бокам от нее расположены одноэтажные части, имеющие закругления от центра к краям.

Основные габариты здания в осях 139х60 м. Второй и последующие этажи имеют габаритные размеры в осях 60х43 м.

Пятиэтажная часть возвышается над одноэтажной, создавая своеобразный стилобат. Высота подчеркивается с помощью выступающих прямоугольных элементов. Высотность также подчеркивается с помощью сплошного остекления центральной части. Таким образом решается вопрос освещения коридоров гостиницы.

Архитектурную выразительность фасаду придает облицовка, выполненная по технологии навесных фасадов, производимых ООО «СпецПром-Комплект», г. Москва.

Общая высота здания от уровня чистого пола первого этажа – 63,6 м.
Высота одноэтажной части – 5.4 м.

Высота типового этажа– 3.6 м.

Высота торговых залов и первого этажа – 4.2 м.

Высота подземного этажа – 4.2 м.

1.4 Конструктивное решение

Здание гостинично-торгового комплекса относится к зданиям II степени ответственности. Степень огнестойкости многоэтажной части – II, одноэтажной части – III.

Конструктивная система здания представляет собой рамный стальной каркас.

Фундамент здания – монолитные фундаменты мелкого заложения, устраиваемые под колонны.

Стены выполняются ненесущими из пенобетонных блоков обшитых утеплителем, снаружи облицовываются навесными вентилируемыми фасадами. Толщина пенобетонных блоков – 200мм. Применяемый утеплитель – «Роквул» толщиной 150 мм. Стеновые блоки опираются непосредственно на перекрытия.

Оконные проемы заполняются двойными стеклопакетами с алюминиевыми рамами. Над ними устраиваются железобетонные перемычки ПР8-20.18.12у.

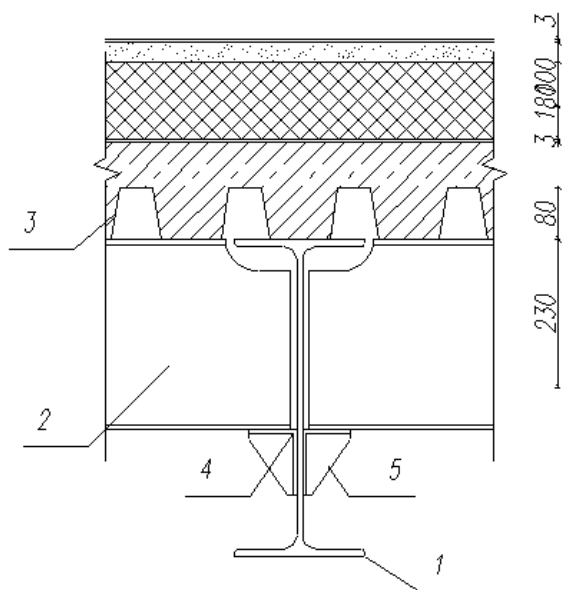
Сплошное остекление торговых залов выполняется из алюминиевых рам с заполнением двойными стеклопакетами.

Колонны вдоль цифровых осей имеют шаг 12 м для одноэтажной части и 15 м для многоэтажной. Вдоль буквенных осей шаг колонн – 6 м.

Колонны одноэтажной части выполняются двутаврового сечения с размерами в плане 300х300 мм. Колонны многоэтажной части имеют сечение 400х400 мм.

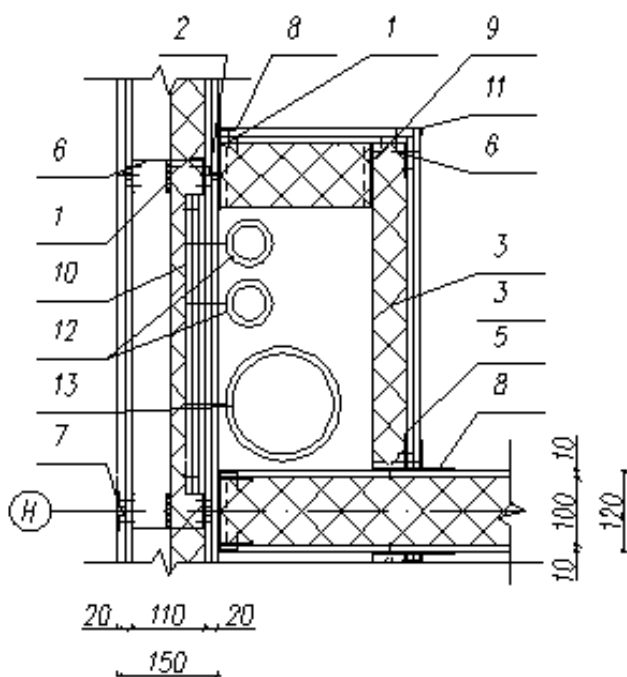
Междуэтажные перекрытия выполнены в виде комбинированной плиты из монолитного железобетона и стального профилированного настила. Комбинированная плита опирается на прогоны с шагом 2.5 м.

Покрытие одноэтажной части выполняется в виде стального профилированного настила, уложенного по прогонам с шагом 3м.



1. Ригель 60Б2
2. Провод 30Б1
3. Комбинированное перекрытие
4. Уголок 100х75х8
5. Ребро

Перегородки выполняются в виде гипсокартонных листов по профилям. Система KNAUF. Суммарная толщина перегородок в служебной и общественной частях составляет 120 мм. Перегородки жилых номеров выполняются толщиной 150 мм с заполнением пространства между листами звукоизолирующим материалом. Это позволяет создать комфортные акустические условия в жилых номерах.



1. Упругая лента
2. Разжимной дюбель
3. Изоляционный материал
4. Гипсокартонный лист
5. ПС-профиль
6. ПН-профиль
7. Шпаклевка
8. Армирующая лента
9. Шуруп
10. Универсальная траверса
11. ПУ-профиль
12. Водопровод
13. Канализация

Мокрые помещения, такие как санузлы, цеха предприятия питания облицовываются влагостойкими гипсокартонными листами имеющими пониженное водопоглощение (менее 10%) и обладающие повышенным сопротивлением проникновению влаги.

Остальные помещения облицовываются обычными гипсокартонными листами.

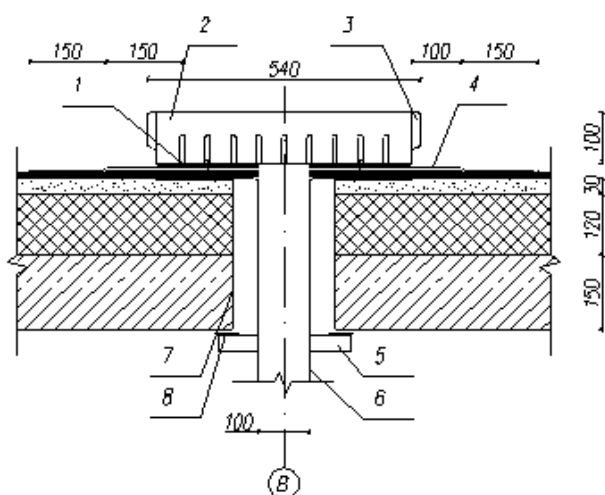
Элементы каркаса для обеспечения требуемой огнестойкости облицовываются одним слоем обычного гипсокартона, и одним слоем гипсокартона с повышенной сопротивляемостью открытому пламени.

Основой каркаса перегородок является профиль. Они имеют сечение от 50x50 мм до 100x50 мм.

В качестве звукоизолирующего слоя применяются изделия из минерального или стекловолокна на синтетическом связующем.

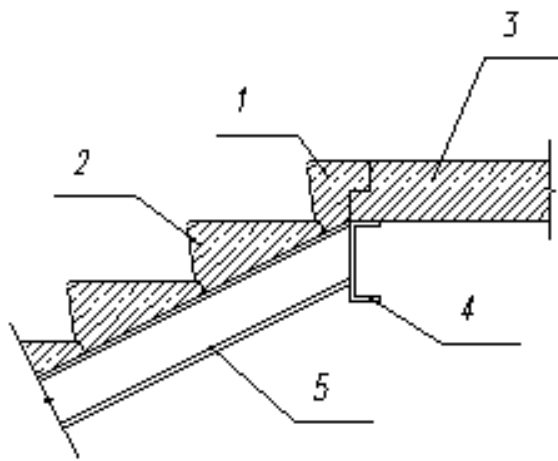
Основные материалы кровли – гидроизолирующий слой «Изолен», цементная стяжка толщиной 30 мм, утеплитель «Ursa» толщиной 180 мм над гостиной и 150 мм над одноэтажной частью.

Водосток с покрытия устраивается внутренний ограниченный. Сбор воды осуществляется воронками:



1. Заливка битумной мастикой
2. Чаша водосточной воронки
3. Стреуднпрямитель
4. Два дополнительных слоя кровли, армированных стеклотканью
5. Зажимной комут
6. Спускная труба
7. Гильза из асбестоцементной трубы
8. Резиновая прокладка

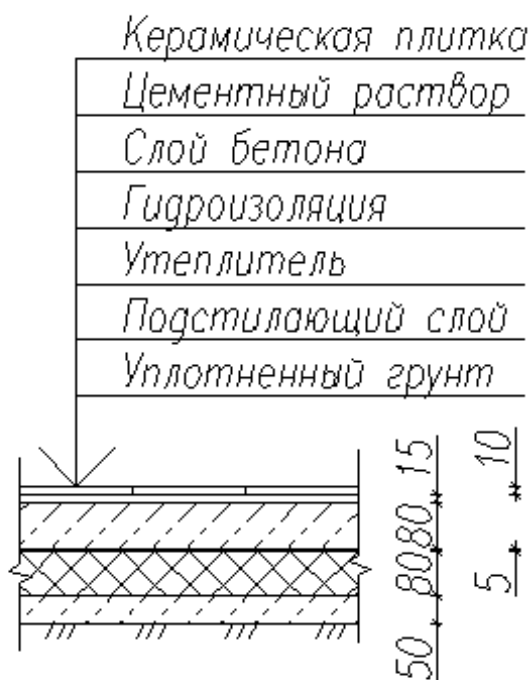
Лестницы многоэтажной части выполняются в виде железобетонных наборных ступеней, уложенных по металлическим косоурам:



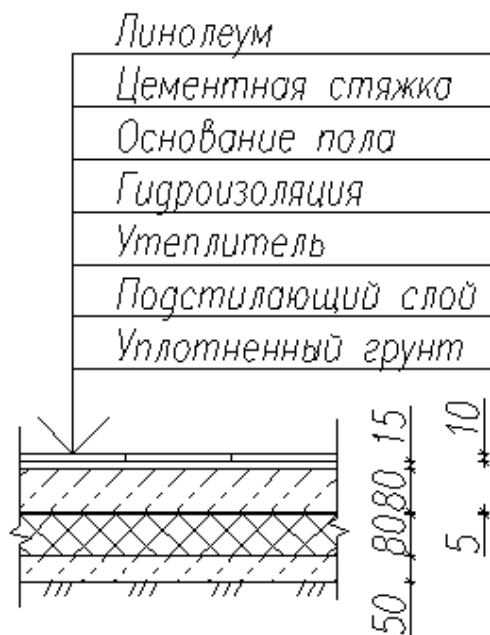
1. Верхняя фризовая ступень
2. Рядовая ступень
3. Перекрытие
4. Подкосурная балка
5. Металлический касоур

Наружные лестницы выполняются сборными железобетонными.

Конструкции применяемых полов различаются в зависимости от назначения помещения. Так в санузлах, торговых залах, гардеробных, цехах предприятия питания, обеденном зале и баре используются плиточные полы:



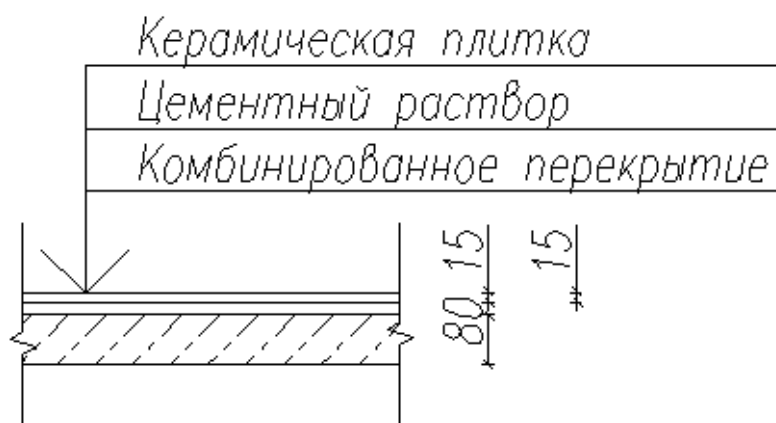
В помещениях пребывания служебного персонала, в таких как кабинеты, бухгалтерия, архив, касса, комнатах персонала устраиваются следующие полы:



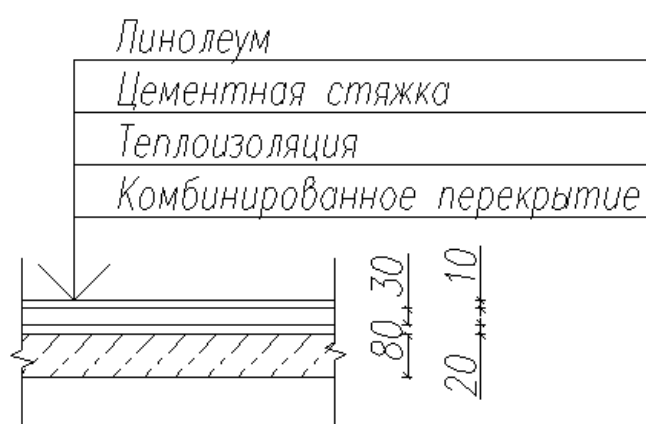
В коридорах первого этажа, в кладовых, помещениях хранения товаров, мастерских и складах устраиваются цементные полы:



В коридорах жилых этажей устраиваются плиточные полы:



В жилых номерах устраиваются полы из линолеума:



Стены номеров, кабинетов, приемных и помещений персонала обклеиваются обоями под покраску. Это позволяет при необходимости внести изменения в цветовую палитру комнат. Покрытие стен санузлов облицовываются плиткой. В кладовых и складах стены окрашиваются краской. Коридоры и вестибюль гостиницы имеют покрытие стены из фактурной штукатурки.

Потолки в служебных, бытовых, административных помещениях, коридорах выполняются подвесными из минеральных материалов. В мокрых помещениях, таких как санузлы, душевые применяются металлические панели

1.5 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

В целях сокращения потерь тепла в зимний период и поступлений тепла в летний период при проектировании здания производится теплотехнический расчет стеновых ограждений и перекрытий.

1) По приложению 1 СНиП II-3-79 (1998) определяем зону влажности.

Для г. Москва – нормальная зона влажности.

2) По таблице 1 определяем влажностный режим помещений – сухой режим.

3) По приложению 2 определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства – А.

4) Определяем градусо-сутки отопительного периода

$$ГСОП = (t_g - t_n) z_{от.пер.}$$

$$ГСОП = (20 + 3.1) \cdot 214 = 4943.4^\circ\text{C} \cdot \text{сут}, \text{ где}$$

t_g - расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений

$$t_g = 20^\circ\text{C}$$

t_n - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее

$$t_n = -3.1^\circ\text{C}$$

$z_{от.пер.}$ - средняя температура, °С, и продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по СНиП 2.01.01-82

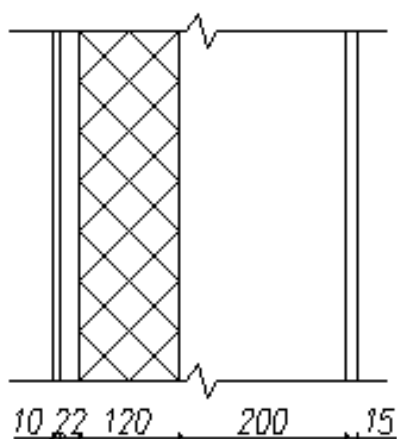
$$z_{от.пер.} = 214 \text{ сут}$$

1.5.1 Стеновое ограждение

Требуемое сопротивление теплопередаче стеновых ограждающих конструкций, отвечающее санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по таблице 1б

$$R_0^{mp} = 3.13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Стеновое ограждение состоит из следующих слоев



Наименование слоя	Толщина, мм	λ , Вт/(м·°C)	R, м ² ·°C/Вт
Штукатурка	15	0.7	0.021
Газобетон	200	0.22	0.909
Утеплитель "Роквул"	100	0.047	2.128
Воздушная прослойка	22		
Облицовка	10	2.91	0.003

Термическое сопротивление R, м²·°C/Вт, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ где}$$

δ — толщина слоя, м

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемый по прил. 3

Суммарное сопротивление слоев ограждающей конструкции (сопротивление облицовки не учитываем)

$$R_k = 3.059 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции

$$R_o = \frac{1}{\alpha_s} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_o = \frac{1}{8.7} + 3.059 + \frac{1}{12} = 3.257 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}, \text{ где}$$

α_s - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4

$$\alpha_s = 8.7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

α_n - теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 6

$$\alpha_n = 12 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

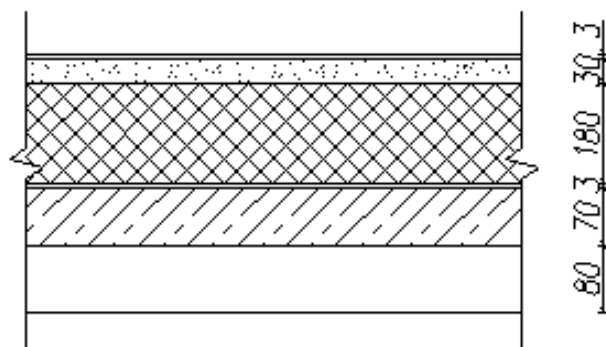
Из-за наличия мостиков холода в виде крепления конструкции навесного фасада, принимаем решение увеличить толщину утеплителя, закладываемого в наружные стены до 120мм, что позволяет устранить негативное влияние креплений.

1.5.2 Покрытие офисного центра

Требуемое сопротивление покрытия теплопередаче, отвечающее санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по таблице 1б

$$R_0^{mp} = 4.6472 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Покрытие состоит из следующих слоев



Наименование слоя	Толщина, мм	λ , Вт/(м·°С)	R, м ² ·°С/Вт
СПН	1	58	0
Железобетон	70	1.92	0.036
Пароизоляция "Пароизол"	3	0.17	0.018
Утеплитель "Ursa"	180	0.041	4.39
Цементная стяжка	30	0.76	0.039
Рулонный ковер	3	0.17	0.018

Термическое сопротивление R, м²·°С/Вт, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ где}$$

δ — толщина слоя, м

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С), принимаемый по прил. 3

Суммарное сопротивление слоев ограждающей конструкции (сопротивление облицовки не учитываем)

$$R_k = 4.501 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции

$$R_o = \frac{1}{\alpha_o} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_o = \frac{1}{8.7} + 4.501 + \frac{1}{12} = 4.7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}, \text{ где}$$

$\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4

$$\alpha_{в} = 8.7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

$\alpha_{н}$ - теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 6

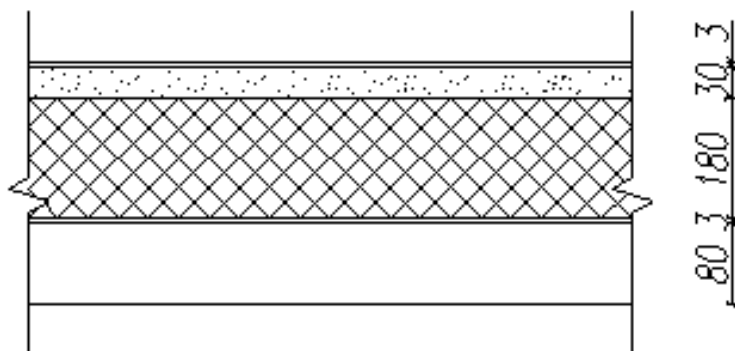
$$\alpha_{н} = 12 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

1.5.3 Покрытие торговых учреждений

Требуемое сопротивление покрытия теплопередаче, отвечающее санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по таблице 1б

$$R_0^{mp} = 3.577 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Покрытие состоит из следующих слоев



Наименование слоя	Толщина, мм	λ , Вт/(м·°C)	R, м ² ·°C/Вт
СПН	1	58	0
Пароизоляция "Пароизол"	3	0.17	0.018
Утеплитель "Ursa"	140	0.041	3.415
Цементная стяжка	30	0.76	0.039

Рулонный ковер	3	0.17	0.018
----------------	---	------	-------

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ где}$$

δ — толщина слоя, м

λ — расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$, принимаемый по прил. 3

Суммарное сопротивление слоев ограждающей конструкции (сопротивление облицовки не учитываем)

$$R_k = 3.489 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции

$$R_o = \frac{1}{\alpha_s} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_o = \frac{1}{8.7} + 3.489 + \frac{1}{23} = 3.648 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}, \text{ где}$$

α_s - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4

$$\alpha_s = 8.7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

α_n - теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 6

$$\alpha_n = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$$

2.1 Конструктивная система каркаса

В конструктивной системе каркаса выделяют две подсистемы несущих конструкций:

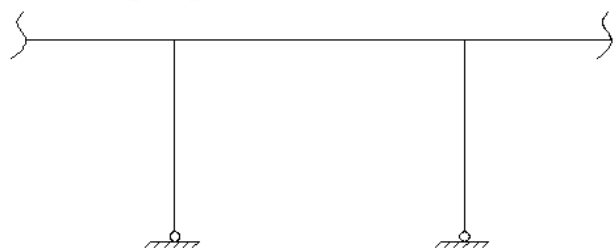
1. горизонтальные конструкции
2. вертикальные конструкции

Горизонтальные конструкции обеспечивают геометрическую неизменяемость в плане, передают приложенные к ним нагрузки на вертикальные конструкции, участвуют в пространственной работе всей конструкции в качестве диафрагм, препятствуют взаимному сдвигу неодинаково нагруженных вертикальных элементов. В качестве горизонтальных конструкций выступают ригели, прогоны и комбинированное перекрытие или СПН.

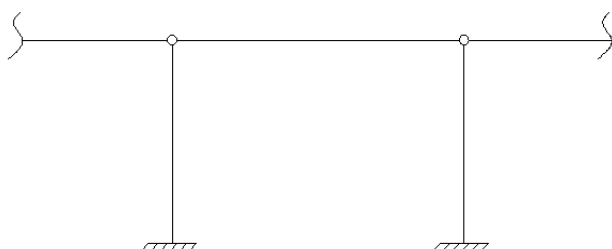
Вертикальные конструкции выполняют главные несущие функции, воспринимают, в конечном счете, все приложенные к системе нагрузки, передавая их на фундамент. В качестве вертикальных конструкций выступают колонны.

Каркасные системы по способу обеспечения их пространственной жесткости и геометрической неизменяемости подразделяются на рамные, связевые, рамно-связевые. В нашем случае принята рамная схема.

В поперечном направлении жесткость и неизменяемость рамы обеспечивается жестким креплением ригелей к колоннам. Крепление колонн к фундаментам – шарнирное.

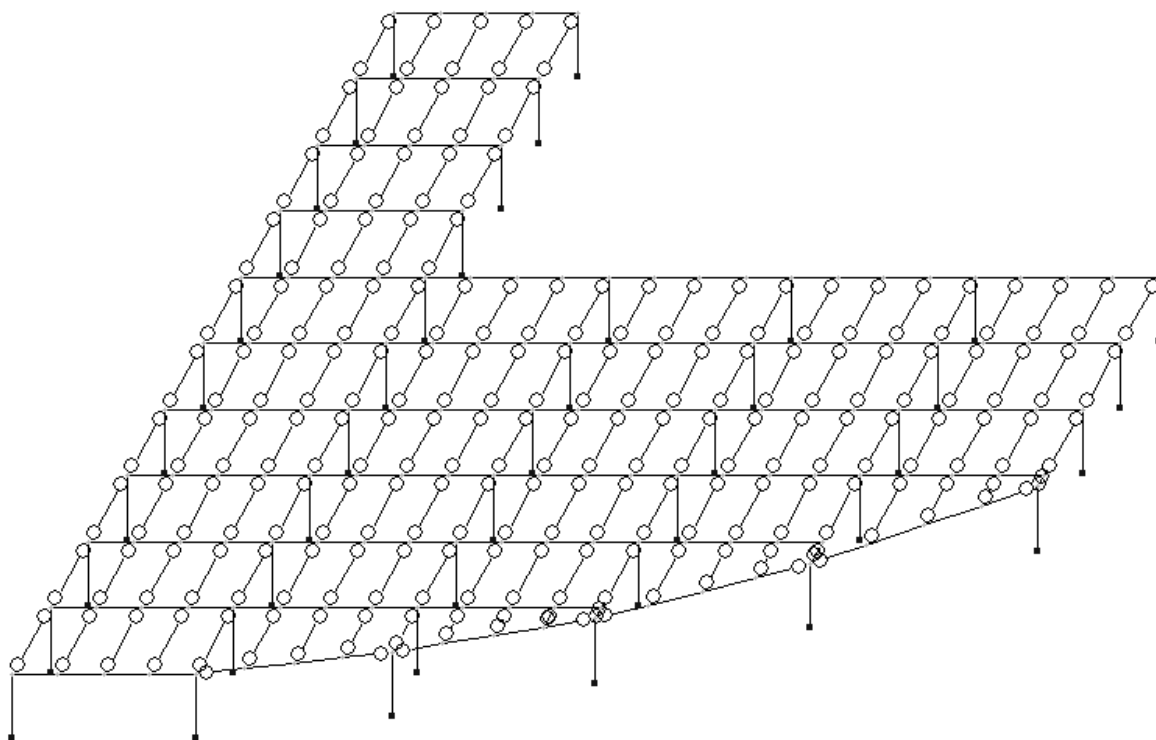


В продольном направлении жесткость и неизменяемость рамы обеспечивается жестким защемлением колонн в фундаментах. Крепление ригелей в данном случае шарнирное.



Принятый шаг колонн в продольном направлении 6м, в поперечном – 12м. Шаг прогонов 3м.

Проектируется одноэтажная рама, имеющая 5 пролетов в поперечном направлении, и от 3 до 10 пролетов в продольном. Расчетная схема



2.2 Сбор нагрузок

На раму действуют следующие нагрузки:

- собственный вес покрытия и конструкций
- снеговая нагрузка
- ветровая нагрузка

2.2.1 Собственный вес покрытия

Нагрузка от массы всех ограждающих и несущих конструкций покрытия принимается равномерно распределенной. Величина этих нагрузок определяется в табличной форме.

Но- мер п/п	Наименование нагруз- ки	Норматив- ная, кН/м ²	Кoeffици- ент γ_f	Расчет- ная, кН/м ²
1	Гидроизоляционный ковер	0.04	1.2	0.048
2	Цементная стяжка	0.54	1.2	0.648
3	Утеплитель	0.023	1.2	0.027
4	Пароизоляция	0.04	1.2	0.048
	Итого	0.643		0.771

Расчетная нагрузка от собственного веса покрытия

$$g = g_0 \gamma_n$$

$$g = 0.771 \cdot 0.95 = 0.732 \text{ кН} / \text{м}^2$$

2.2.2 Снеговая нагрузка

Снеговой район для г. Москва: III

Полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяем по формуле

$$S = S_g \mu \gamma_n, \text{ где}$$

S_g - расчетный вес снегового покрова на уровне поверхности земли,

$$S_g = 1.8 \text{ кН} / \text{м}^2$$

μ - коэффициент перехода от веса снегового земли к снеговой нагрузке на покрытие

γ_n - коэффициент надежности по назначению здания, $\gamma_n = 0.95$

Нормативное значение снеговой нагрузки

$$S_0 = S_g \cdot 0.7$$

$$S_0 = 1.8 \cdot 0.7 = 1.26 \text{ кН} / \text{м}^2$$

В соответствии с Приложением 3 СНиП расчет производим для двух случаев:

- для равномерно распределенной снеговой нагрузки, $\mu = 1$

$$S = 1.8 \cdot 1 \cdot 0.95 = 1.71 \text{ кН} / \text{м}^2$$

- для случая снегового мешка

$$\mu = 1 + \frac{1}{h} (m_1 l_1 + m_2 l_2), \text{ где}$$

h - высота перепада, отсчитываемая от карниза верхнего покрытия до кровли нижнего и при значении более 8 м принимаемая при определении μ равной 8 м, $h = 17.8 \text{ м} > 8 \text{ м}$, $h = 8 \text{ м}$

m_1, m_2 - доли снега, переносимого ветром к перепаду высот, зависящие от профиля нижнего и верхнего покрытий, $m_1 = m_2 = 0.4$

l_1, l_2 - длины участков верхнего и нижнего покрытия, с которых переносится снег в зону перепада высот, $l_1 = 15 \text{ м}$, $l_2 = 60 \text{ м}$

$$\mu = 1 + \frac{1}{8} (0.4 \cdot 15 + 0.4 \cdot 60) = 4.75 > 4$$

$$\mu = 4$$

Длина зоны повышенных снегоотложений

Так как $\mu < \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 8}{1.26} = 12.5$, то

$$b = 2h$$

$$b = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

Коэффициент μ_1 определяется по формуле

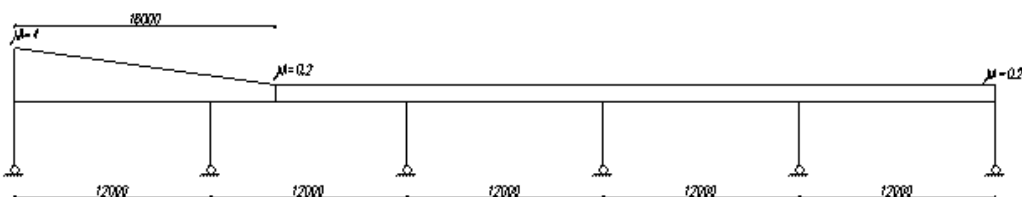
$$\mu_1 = 1 - 2m_2$$

$$\mu_1 = 1 - 2 \cdot 0.4 = 0.2$$

$$S = 1.8 \cdot 4 \cdot 0.95 = 6.84 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$S_1 = 1.8 \cdot 0.2 \cdot 0.95 = 0.342 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Тогда распределенная нагрузка на покрытие будет иметь вид



Для однопролетной части рамы

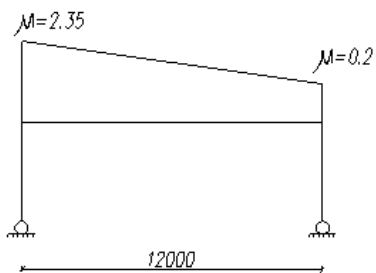
$$\mu = 1 + \frac{1}{8} (0.4 \cdot 15 + 0.4 \cdot 12) = 2.35$$

Так как $\mu < \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 8}{1.26} = 12.5$, то

$$b = 2h$$

$$b = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м} > l_2 \Rightarrow$$

$$b = l_2 = 12 \text{ м}$$



$$S = 1.8 \cdot 2.35 \cdot 0.95 = 4.02 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$S_1 = 1.8 \cdot 0.2 \cdot 0.95 = 0.342 \text{ кН} / \text{м}^2$$

2.2.3 Ветровая нагрузка

Ветровой район для г. Москва: I

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на высоте z над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 k c, \text{ где}$$

$$w_0 - \text{нормативное значение ветрового давления, } w_0 = 0.23 \text{ кН} / \text{м}^2$$

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте.

Для типа местности B $k_s = 0.5$

c - аэродинамический коэффициент.

Для наветренной стороны $c = 0.8$

$$w_m = 0.23 \cdot 0.5 \cdot 0.8 = 0.092 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Для подветренной стороны $c = 0.6$

$$w_m' = 0.23 \cdot 0.5 \cdot 0.6 = 0.069 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Расчетное значение ветровой нагрузки определяется по формуле

$$w = w_m \gamma_f \gamma_n$$

Для наветренной стороны

$$w = 0.092 \cdot 1.4 \cdot 0.95 = 0.122 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Для подветренной стороны

$$w' = 0.069 \cdot 1.4 \cdot 0.95 = 0.092 \text{ кН} / \text{м}^2$$

2.3 Расчет конструкций

2.3.1 Расчет стального профилированного настила

Стальной профилированный настил воспринимает снеговую нагрузку и собственный вес покрытия. Принимаем однопролетную схему работы СПН.

В качестве настила принимаем СПН 75 750-0.9 со следующими геометрическими характеристиками (на 1 м):

$$W_{x1} = 30.2 \text{ см}^3$$

$$W_{x2} = 37.6 \text{ см}^3$$

$$I_x = 129.6 \text{ см}^4$$

Ориентируем СПН широкими гофрами вниз.

Прочностные характеристики СПН:

$$R_y = 260 \text{ МПа}$$

$$R_s = 150 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Расчет СПН в первом пролете

Расчетная распределенная нагрузка на 1 м ширины СПН

$$q = (s + g) \cdot 1$$

$$q_1 = (6.84 + 0.732) \cdot 1 = 7.57 \text{ кН} / \text{м}$$

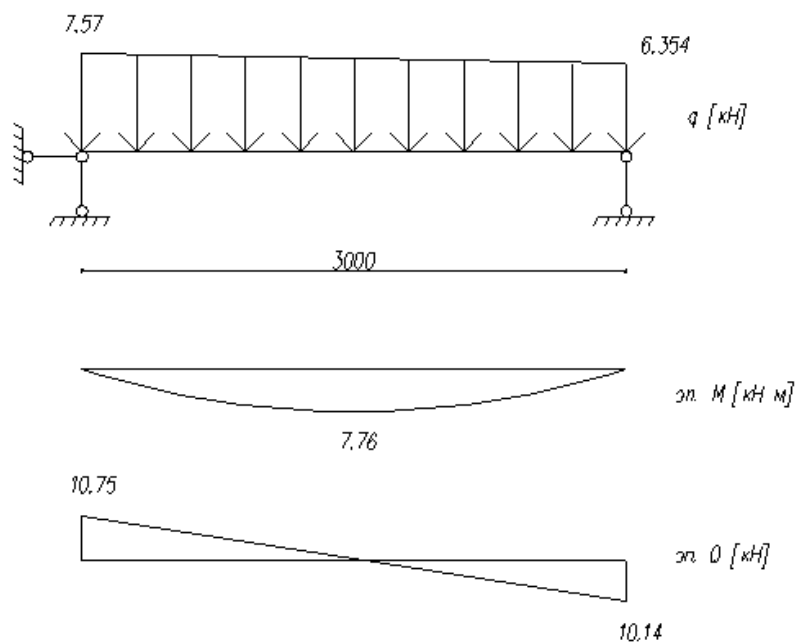
$$q_2 = [\{6.84 - (6.84 - 0.342) / 16 \cdot 3\} + 0.732] \cdot 1 = 6.354 \text{ кН} / \text{м}$$

Нормативная распределенная нагрузка на 1 м ширины

$$q_1'' = (5.04 + 0.643) \cdot 1 = 5.683 \text{ кН} / \text{м}$$

$$q_2'' = [\{5.04 - (5.04 - 0.252) / 16 \cdot 3\} + 0.643] \cdot 1 = 4.789 \text{ кН} / \text{м}$$

Тогда расчетная схема и внутренние усилия:



Проверка прочности СПН

Проверяем выполнение условия

$$\sigma_n = M / W_x \leq R_y \gamma_c, \text{ где}$$

M – максимальный изгибающий момент от расчетных нагрузок на 1 м ширины настила, $M = 7.76 \text{ кН} \cdot \text{м}$

W_x - расчетный момент сопротивления на 1 м ширины, с учетом исключения из работы неустойчивых частей сжатых полок

Находим устойчивую часть сжатых полок

$$b_{red} = \frac{879}{\sqrt{\sigma_n}} \left(1 - \frac{192t}{b\sqrt{\sigma_n}} \right), \text{ где}$$

t, b - толщина и ширина полки настила без учета закруглений, $t = 0.0009 \text{ м}$,

$$b = 0.05 - 0.005 \cdot 2 = 0.04 \text{ м}$$

$$b_{red} = \frac{879}{\sqrt{257}} \left(1 - \frac{192 \cdot 0.09}{4\sqrt{257}} \right) = 40 \text{ мм}$$

$$b_{red} = b$$

Сжатые полки устойчивы по всей ширине, $W_x = 30.2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$$\sigma_n = 7.76 / 30.2 \cdot 10^{-6} = 257 \text{ МПа} < 260 \text{ МПа}$$

Проверяем выполнение условия

$$\tau_n = Q / \sum t \cdot h_n \leq R_s, \text{ где}$$

Q - максимальное значение поперечной силы от расчетных нагрузок, приходящееся на 1 м ширины настила, $Q = 10.75 \text{ кН}$

$$h_n - \text{высота настила, } h_n = 0.075 \text{ м}$$

$$\tau_n = 10.75 / (11 \cdot 0.0009 \cdot 0.075) = 14.48 \text{ МПа} < 150 \text{ МПа}$$

Проверка прогибов СПН

Проверяем выполнение условия

$$f_n = k_n q_n l^4 / E_n I_x + a \leq (1/200)l, \text{ где}$$

k_n - коэффициент, определяемый в зависимости от схемы раскладки СПН,

$$k_n = 0.0091$$

q_n - нормативная погонная нагрузка,

$$q_n = (q_1'' + q_2'') / 2 = (5.683 + 4.789) / 2 = 5.236 \text{ кН / м}$$

l - расчетный пролет настила, $l = 3 \text{ м}$

a - эмпирическая величина, $a = 0.002 \text{ м}$

I_x - расчетный момент инерции рассматриваемого сечения настила на 1 м его ширины с учетом исключения из работы неустойчивых частей сжатых полок.

Проверяем устойчивость сжатых полок

$$\sigma_n = M_{n,span} / W \leq 57.4 \cdot 10^4 \cdot (t/b)^2, \text{ где}$$

$M_{n,span}$ - наибольший изгибающий момент от действия нормативной нагрузки,

$$M_{n,span} = 5.891 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$5.891 / 30.2 \cdot 10^{-6} = 195 \text{ МПа} < 57.4 \cdot 10^4 \cdot (0.9/40)^2 = 291 \text{ МПа}$$

Условие выполняется, следовательно, сжатые полки устойчивы на всей ширине и $I_x = 129.6 \text{ см}^4$

$$f_n = 0.0091 \cdot 5.891 \cdot 3^4 / 2.1 \cdot 10^8 \cdot 129.6 \cdot 10^{-8} + 0.002 = 0.018 \text{ м} < (1/150) \cdot 3 = 0.02 \text{ м}$$

2.3.2 Расчет прогонов

Прогоны воспринимают снеговую нагрузку, вес покрытия и его конструкций.

Материал прогонов – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Распределенная нагрузка на прогоны вычисляется по формуле:

$$q = (s + g) \cdot b, \text{ где}$$

b - ширина грузовой площади, $b = 3 \text{ м}$

g - вес покрытия и СПН, $g = (0.711 + 0.093 \cdot 1.05) \cdot 0.95 = 0.768 \text{ кН / м}^2$

s - снеговая нагрузка, $s = (6.84 - 0.342) / 16 \cdot 3 = 5.622 \text{ кН / м}^2$ - для зоны повышенных снегоотложений,

$$q = (5.622 + 0.828) \cdot 3 = 19.35 \text{ кН / м}$$

$s = 1.71 \text{ кН / м}^2$ - для остальной зоны

$$q = (1.71 + 0.768) \cdot 3 = 7.434 \text{ кН / м}$$

Нормативная погонная нагрузка

$$q^n = (5.918 \cdot 0.7 + 0.711/1.2 + 0.093) \cdot 3 = 14.48 \text{ кН/м} - \text{зона «снегового мешка»}$$

$$q^n = (1.8 \cdot 0.7 + 0.711/1.2 + 0.093) \cdot 3 = 5.84 \text{ кН/м} - \text{остальные зоны}$$

2.3.2.1 Зона повышенных снеговых нагрузок

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 0$$

$$M = 88.51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 59 \text{ кН}$$

Определяем требуемое сечение

$$W_{mp} = M / R_y \gamma_c$$

$$W_{mp} = 88.51 / 240 = 368.8 \text{ см}^3$$

Принимаем сечение 30Б1:

$$W_x = 427 \text{ см}^3$$

$$I_x = 6328 \text{ см}^4$$

Проверка на прочность

Проверяем выполнение условия

$$\sigma_x = M / W_x \leq R_y \gamma_c, \text{ где}$$

M - расчетный изгибающий момент, $M = 88.51 \text{ кН} \cdot \text{м}$

W_x - момент сопротивления крайних фибр сечения, $W_x = 427 \text{ см}^3$

$$\sigma_x = 88.51 / 427 = 207.3 \text{ МПа} < 240 \text{ МПа}$$

Проверяем опорное сечение

$$\tau = Q / th \leq R_s \gamma_c, \text{ где}$$

Q - поперечная сила, $Q = 59 \text{ кН}$

t - толщина стенки, $t = 0.0058 \text{ м}$

h - высота сечения балки, $h = 0.296 \text{ м}$

$$\tau = 59 / 0.0058 \cdot 0.296 = 34.37 \text{ МПа} < 139.2 \text{ МПа}$$

Проверка прогибов

Прогибы прогонов проверяем по следующей формуле:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n l^4}{EI_x} \leq [f_u], \text{ где}$$

q^n - нормативная погонная нагрузка на прогон, $q^n = 14.48 \text{ кН/м}$

l - расчетный пролет прогона, $l = 6 \text{ м}$

E - модуль упругости стали, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

I_x - момент инерции сечения, $I_x = 6328 \text{ см}^4$

$[f_u]$ - вертикальный предельный прогиб, $[f_u] = (1/200)l$

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{14.48 \cdot 6^4}{2.1 \cdot 10^8 \cdot 6328 \cdot 10^{-8}} = 0.0184 \text{ м} < (1/200) \cdot 6 = 0.03 \text{ м}$$

Проверка устойчивости не требуется, так как передача нагрузки происходит через сплошной сжатый настил, опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный.

2.3.2.2 Зона нормальных снеговых нагрузок

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 0$$

$$M = 52.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 35.26 \text{ кН}$$

Определяем требуемое сечение

$$W_{mp} = M / R_y \gamma_c$$

$$W_{mp} = 52.9 / 240 = 220 \text{ см}^3$$

Принимаем сечение 23Б1:

$$W_x = 260.5 \text{ см}^3$$

$$I_x = 2996 \text{ см}^4$$

Проверка на прочность

Проверяем выполнение условия

$$\sigma_x = M / W_x \leq R_y \gamma_c, \text{ где}$$

$$M - \text{расчетный изгибающий момент, } M = 54.742 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$W_x - \text{момент сопротивления крайних фибр сечения, } W_x = 260.5 \text{ см}^3$$

$$\sigma_x = 52.9 / 260.5 = 203.1 \text{ МПа} < 240 \text{ МПа}$$

Проверяем опорное сечение

$$\tau = Q / th \leq R_s \gamma_c, \text{ где}$$

$$Q - \text{поперечная сила, } Q = 36.495 \text{ кН}$$

$$t - \text{толщина стенки, } t = 0.0056 \text{ м}$$

$$h - \text{высота сечения балки, } h = 0.23 \text{ м}$$

$$\tau = 35.26 / 0.0056 \cdot 0.23 = 27.4 \text{ МПа} < 139.2 \text{ МПа}$$

Проверка прогибов

Прогибы прогонов проверяем по следующей формуле:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q'' l^4}{EI_x} \leq [f_u], \text{ где}$$

q'' - нормативная погонная нагрузка на прогон, $q'' = 5.84 \text{ кН/м}$

l - расчетный пролет прогона, $l = 6 \text{ м}$

E - модуль упругости стали, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

I_x - момент инерции сечения, $I_x = 2996 \text{ см}^4$

$[f_u]$ - вертикальный предельный прогиб, $[f_u] = (1/200)l$

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{5.84 \cdot 6^4}{2.1 \cdot 10^8 \cdot 2996 \cdot 10^{-8}} = 0.016 \text{ м} < (1/200) \cdot 6 = 0.03 \text{ м}$$

Проверка устойчивости не требуется, так как передача нагрузки происходит через сплошной сжатый настил, опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный.

2.3.3 Расчет ригелей

Ригели воспринимают нагрузку, передаваемую прогонами.

Материал ригелей – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 49.5 \text{ кН}$$

$$M = 362.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 150.9 \text{ кН}$$

Предварительно принимаем сечение 50Б1 со следующими геометрическими характеристиками:

$$A = 92.28 \text{ см}^2$$

$$W_x = 1511 \text{ см}^3$$

$$I_x = 37160 \text{ см}^4$$

$$i = 19.99 \text{ см}$$

Определяем эксцентриситет

$$e = M / N, \text{ где}$$

M, N - расчетные усилия

$$e = 362.2 / 48.196 = 7.52 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет

$$m = eA / W, \text{ где}$$

e - эксцентриситет, $e = 752 \text{ см}$

A - площадь поперечного сечения, $A = 92.8 \text{ см}^2$

W - момент сопротивления наиболее сжатых волокон, $W = 1511 \text{ см}^3$

$$m = 752 \cdot 92.28 / 1511 = 45.9$$

Так как $m > 20$, то требуется проверка только на прочность. Проверяем выполнение условия:

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M}{c W R_y \gamma_c} \leq 1, \text{ где}$$

M, N - расчетные усилия

n, c - коэффициенты, $n = 1.5, c = 1.09$

$$\left(\frac{49.9}{92.28 \cdot 10^{-4} \cdot 240 \cdot 10^3} \right)^{1.5} + \frac{362.2}{1.109 \cdot 1511 \cdot 10^{-6} \cdot 240 \cdot 10^3} = 0.904 < 1$$

Условие выполняется, следовательно, прочность обеспечена.

Проверяем прогибы

$$f < [f] = (1/150)l$$

$$f = 0.0333m < (1/150) \cdot 12 = 0.08m$$

Все условия выполняются, следовательно, окончательно принимаем сечение 50Б1

Потеря общей устойчивости балки может наступить тогда, когда сжатый пояс балки не раскреплен в боковом направлении и напряжения достигли критического значения. В нашем случае ригель раскреплен прогонами через 3м. Отношение расстояния между точками закрепления сжатого пояса к ширине пояса

$$l_0 / b = 3 / 0.2 = 15$$

l_0 - расстояние между точками закрепления, $l_0 = 3m$

b - ширина сжатого пояса, $b = 0.2m$

$$h / b = 0.48 / 0.2 = 2.4, \text{ где}$$

h - расстояние между осями поясов, $h = 0.48m$

$$1 < h / b = 2.4 < 6$$

$$b / t = 0.2 / 0.012 = 16.67, \text{ где}$$

t - толщина сжатого пояса, $t = 0.012m$

Максимальное отношение

$$(l_0 / b)_{\max} = [0.42 + 0.0032b / t + (0.92 - 0.02b / t)b / h] \times \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$(l_0 / b)_{\max} = [0.42 + 0.0032 \cdot 16.67 + (0.92 - 0.02 \cdot 16.67) / 2.4] \times \sqrt{\frac{210}{0.24}} = 21.23$$

$$l_0 / b = 15 < (l_0 / b)_{\max} = 21.23$$

Проверка ригеля на общую устойчивость не требуется.

Определяем необходимость установки ребер жесткости по формуле

$$\bar{\lambda}_w = h_w / t_w \sqrt{R_y / E}, \text{ где}$$

h_w, t_w - высота и толщина стенки, $h_w = 0.426m, t_w = 0.0088m$

$$\bar{\lambda}_w = 0.426 / 0.0088 \sqrt{0.24 / 210} = 1.636 < 3.2$$

Поперечные ребра по расчету не требуются.

2.3.4 Расчет колонн

Материал колонн – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Предварительно принимаем сечение 30К1 со следующими геометрическими характеристиками:

$$A = 108 \text{ см}^2$$

$$W_x = 1223 \text{ см}^3$$

$$I_x = 18110 \text{ см}^4$$

$$i_x = 12.95 \text{ см}$$

$$W_y = 405 \text{ см}^3$$

$$I_y = 6079 \text{ см}^4$$

$$i_y = 7.5 \text{ см}$$

2.3.4.1 Расчет на изгиб в плоскости наибольшей жесткости

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 219.3 \text{ кН}$$

$$M = 218.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 52.13 \text{ кН}$$

Определяем эксцентриситет

$$e = M / N, \text{ где}$$

M, N - расчетные усилия

$$e = 218.9 / 219.3 = 0.998 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет

$$m = eA / W, \text{ где}$$

$$e - \text{ эксцентриситет, } e = 99.8 \text{ см}$$

$$A - \text{ площадь поперечного сечения, } A = 108 \text{ см}^2$$

$$W - \text{ момент сопротивления наиболее сжатых волокон, } W = 1223 \text{ см}^3$$

$$m = 99.8 \cdot 108 / 1223 = 8.82$$

Коэффициент приведения расчетной длины определяем по формуле

$$\mu = 2 \sqrt{1 + \frac{0.38}{n}}, \text{ где}$$

$$I_{p1} = I_{p2} = 37160 \text{ см}^4 - \text{ моменты инерции сечений ригелей}$$

$I_k = 18110 \text{ см}^4$ - момент инерции сечения колонны

$$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{I_{p1} \cdot l_k}{l_{p1} \cdot I_k}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{37160 \cdot 420}{1200 \cdot 18110} = 0.718$$

$$n = \frac{5(0.718 + 0.718)}{5 + 1} = 1.2$$

k - число пролетов, $k = 5$

$$\mu = 2 \sqrt{1 + \frac{0.38}{1.2}} = 2.29$$

Тогда расчетная длина

$$l_{ef} = \mu \cdot l, \text{ где}$$

μ - коэффициент приведения расчетной длины, $\mu = 2.29$

l - длина колонны, $l = 4.2 \text{ м} = 420 \text{ см}$

$$l_{ef} = 2.29 \cdot 420 = 963.9 \text{ см}$$

Определяем гибкость

$$\lambda = l_{ef} / i_x, \text{ где}$$

$$l_{ef} - \text{расчетная длина, } l_{ef} = 963.9 \text{ см}$$

$$i_x - \text{радиус инерции сечения, } i_x = 12.95 \text{ см}$$

$$\lambda = 963.9 / 12.95 = 74.43$$

Условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}, \text{ где}$$

$$\lambda - \text{гибкость, } \lambda = 74.43$$

E - модуль упругости стали, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

$$\bar{\lambda} = 74.43 \sqrt{240 / 210000} = 2.52$$

Определяем коэффициент влияния формы сечения

$$\eta = 1.4 - 0.02 \bar{\lambda}$$

$$\eta = 1.4 - 0.02 \cdot 2.52 = 1.35$$

Приведенный относительный эксцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.35 \cdot 8.82 = 11.9$$

Коэффициент φ_e определяется в зависимости от приведенного относительно эксцентриситета и условной гибкости

$$\varphi_e = 0.102$$

Проверяем устойчивость в плоскости действия момента

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

$$219.3 / 0.102 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 199.1 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

Проверка на прочность не производится, так как отсутствуют ослабления сечения и одинаковы значения изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость.

2.3.4.2 Расчет на изгиб в плоскости наименьшей жесткости

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 54.1 \text{ кН}$$

$$M = 8.67 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 5.1 \text{ кН}$$

Коэффициент приведения расчетной длины

$$\mu = 0.7$$

Тогда расчетная длина

$$l_{ef} = \mu \cdot l$$

$$l_{ef} = 0.7 \cdot 420 = 294 \text{ см}$$

Определяем гибкость

$$\lambda_y = l_{ef} / i_y, \text{ где}$$

$$l_{ef} - \text{расчетная длина, } l_{ef} = 294 \text{ см}$$

$$i_x - \text{радиус инерции сечения, } i_y = 7.5 \text{ см}$$

$$\lambda_y = 294 / 7.5 = 39.2$$

$$\lambda_y < \lambda_x$$

Определяем эксцентриситет

$$e = M / N$$

$$e = 8.67 / 54.1 = 0.16 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет

$$m = eA / W_y$$

$$m = 160 \cdot 108 / 405 = 4.27$$

Условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{R_y / E}, \text{ где}$$

$$\lambda_y - \text{гибкость, } \lambda_y = 39.2$$

$$E - \text{модуль упругости стали, } E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

$$\bar{\lambda} = 39.2 \sqrt{240 / 210000} = 1.325$$

Определяем коэффициент влияния формы сечения

$$\eta = (1.9 - 0.1m) - 0.02(6 - m)\bar{\lambda}$$

$$\eta = (1.9 - 0.1 \cdot 4.27) - 0.02(6 - 4.27)1.325 = 1.427$$

Приведенный относительный эксцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.427 \cdot 4.27 = 6.09$$

Коэффициент φ_e определяется в зависимости от приведенного относительно эксцентриситета и условной гибкости

$$\varphi_e = 0.211$$

Проверяем устойчивость в плоскости действия момента

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

$$54.1 / 0.211 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 23.7 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

Проверка на прочность не производится, так как отсутствуют ослабления сечения и одинаковы значения изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость.

Проверяем устойчивость из плоскости действия момента

$$N / \varphi_x A \leq R_y \gamma_c, \text{ где}$$

$$\varphi_x = 0.724$$

$$54.1 / 0.724 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 6.92 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

2.4 Расчет узлов рамы

2.4.1 Расчет базы колонны

Расчетные усилия принимаем из РСУ

$$N_1 = 54.1 \text{ кН}$$

$$M_1 = 8.67 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N_2 = 260.3 \text{ кН}$$

$$M_2 = 0$$

2.4.1.1 Расчет опорной плиты

По конструктивным соображениям принимаем ширину опорной плиты

$$B = b_f + 2c, \text{ где}$$

$$b_f - \text{ширина полки колонны, } b_f = 0.3 \text{ м}$$

$$c - \text{вылет консоли плиты, } c = 0.04 \text{ м}$$

$$B = 0.3 + 2 \cdot 0.04 = 0.38 \text{ м}$$

Принимаем в соответствии с ГОСТ 82-70* $B = 0.38 \text{ м}$

Определяем длину плиты

$$L = N_1 / (2BR_b') + \sqrt{N_1^2 / (2BR_b')^2 + 6M_1 / (BR_b')}, \text{ где}$$

R_b' - расчетное сопротивление бетона фундамента

$$R_b' = \varphi_b R_b \approx 1.5 R_b$$

R_b - расчетное сопротивление бетона фундамента сжатию, $R_b = 8.5 \text{ МПа}$

$$R_b' = 1.5 \cdot 8.5 = 12.75 \text{ МПа}$$

$$L = 54.1 / (2 \cdot 0.38 \cdot 12.75) + \sqrt{54.1^2 / (2 \cdot 0.38 \cdot 12.75)^2 + 6 \cdot 8.67 / (0.38 \cdot 12.75)} = 10.9 \text{ см}$$

Принимаем длину плиты

$$L = 0.5 \text{ м} > L_{mp} = 0.109 \text{ м}$$

Вычисляем крайние напряжения в бетоне

$$\sigma_{\max,1} = N_1 / (BL) + 6M_1 / (BL^2)$$

$$\sigma_{\max,1} = 54.1 / (0.38 \cdot 0.5) + 6 \cdot 8.67 / (0.38 \cdot 0.5^2) = 0.832 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\min} = N_1 / (BL) - 6M_1 / (BL^2)$$

$$\sigma_{\min} = 54.1 / (0.38 \cdot 0.5) - 6 \cdot 8.67 / (0.38 \cdot 0.5^2) = -0.263 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\max,2} = N_2 / (BL)$$

$$\sigma_{\max,2} = 260.3 / (0.38 \cdot 0.5) = 1.37 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\max} = 1.37 \text{ МПа}$$

Назначаем размеры фундамента 0.6x0.9м и уточняем коэффициент φ_b :

$$\varphi_b = \sqrt[3]{A_f / A_{pl}}, \text{ где}$$

$$A_f - \text{площадь фундамента, } A_f = 0.6 \cdot 0.6 = 0.36 \text{ м}^2$$

$$A_{pl} - \text{площадь плиты, } A_{pl} = 0.38 \cdot 0.5 = 0.19 \text{ м}^2$$

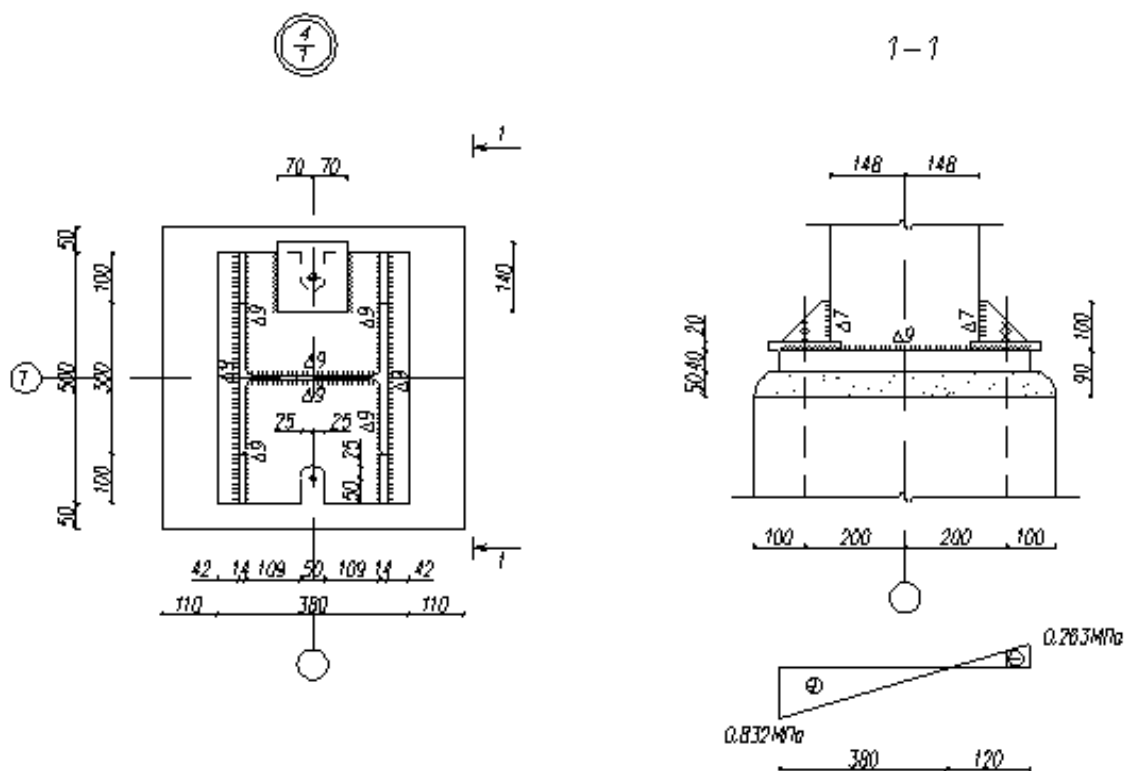
$$\varphi_b = \sqrt[3]{0.36 / 0.19} = 1.24$$

В этом случае

$$R_b' = 1.24 \cdot 8.5 = 10.52 \text{ МПа}$$

$$R_b' > \sigma_{\max}$$

Схема конструкции базы и эпюра напряжений



Участок 1. Плита опирается на три стороны. Отношение сторон

$$a_1 / b_1 = 243 / 278 = 0.874$$

Коэффициент

$$\alpha_1 = 0.104$$

Изгибающий момент

$$M_1 = \alpha_1 \sigma_{\max} a_1^2$$

$$M_1 = 0.104 \cdot 1.37 \cdot 0.243^2 = 8.44 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Участок 2. Плита на этом участке работает как консольный элемент. Отношение сторон

$$b_2 / a_2 = 500 / 42 = 11.9 > 2$$

Изгибающий момент

$$M_2 = \sigma_{\max} a_2^2 / 2$$

$$M_2 = 1.37 \cdot 0.042^2 / 2 = 1.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Толщину опорной плиты определяем по наибольшему моменту

$$M_1 = 8.44 \text{ кН} \cdot \text{м} :$$

$$t_{pl} = \sqrt{6M_1 / R_y}$$

$$t_{pl} = \sqrt{6 \cdot 8.44 / 210} = 0.016 \text{ м}$$

По конструктивным соображениям для обеспечения жесткого стыка колонн и фундаментов толщина опорной плиты принимается $t_{pl} = 40 \text{ мм}$

2.4.1.2 Расчет анкерных болтов

Определяем усилия в анкерных болтах

$$F_{\sigma} = (\sigma_{\min} \cdot B \cdot a / 2) / c, \text{ где}$$

a - длина эпюры растяжения, $a = 0.12 \text{ м}$

c - расстояние от оси анкерного болта до центра тяжести эпюры сжатия, $c = 0.323 \text{ м}$

$$F_{\sigma} = (0.263 \cdot 0.38 \cdot 0.12 / 2) / 0.323 = 18.56 \text{ кН}$$

Тогда площадь сечения нетто одного анкерного болта

$$A_n = F_{\sigma} / (n R_{ba}), \text{ где}$$

n - число анкерных болтов в растянутой зоне, принимаем $n = 1$

F_{σ} - усилие, воспринимаемое анкерным болтом, $F_{\sigma} = 18.56 \text{ кН}$

R_{ba} - расчетное сопротивление анкерных болтов растяжению, $R_{ba} = 185 \text{ МПа}$

$$A_n = 18.56 / 185 = 1 \text{ см}^2$$

Принимаем болты диаметром $d = 30 \text{ мм}$ площадью нетто $A_n = 5.6 \text{ см}^2$

2.4.1.3 Расчет сварных швов прикрепляющих ребра

Опорная пластина работает как консольный элемент. Изгибающий момент, воспринимаемый сварными швами

$$M = c^2 \sigma_{\max} b / 2, \text{ где}$$

c - свес, $c = 0.1 \text{ м}$

b - ширина грузовой площади ребра, $b = 0.19 \text{ м}$

$$M = 0.1^2 \cdot 1.37 \cdot 0.19 / 2 = 1.3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Принимаем высоту ребер $h_p = 0.1 \text{ м}$

Определим требуемый катет шва из условий

$$M / W_{uu} \leq \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c, \text{ где}$$

$$M / W_{uu} \leq \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$W_{uu} = l_w^2 k_f / 6$$

Тогда

$$k_f \geq \frac{6M}{l_w^2 \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{6 \cdot 1.3}{0.09^2 \cdot 0.7 \cdot 200} = 6.9 \text{ мм}$$

$$k_f \geq \frac{6M}{l_w^2 \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{6 \cdot 1.3}{0.09^2 \cdot 1 \cdot 166.5} = 5.78 \text{ мм}$$

Принимаем катет сварного шва

$$k_f = 7 \text{ мм}$$

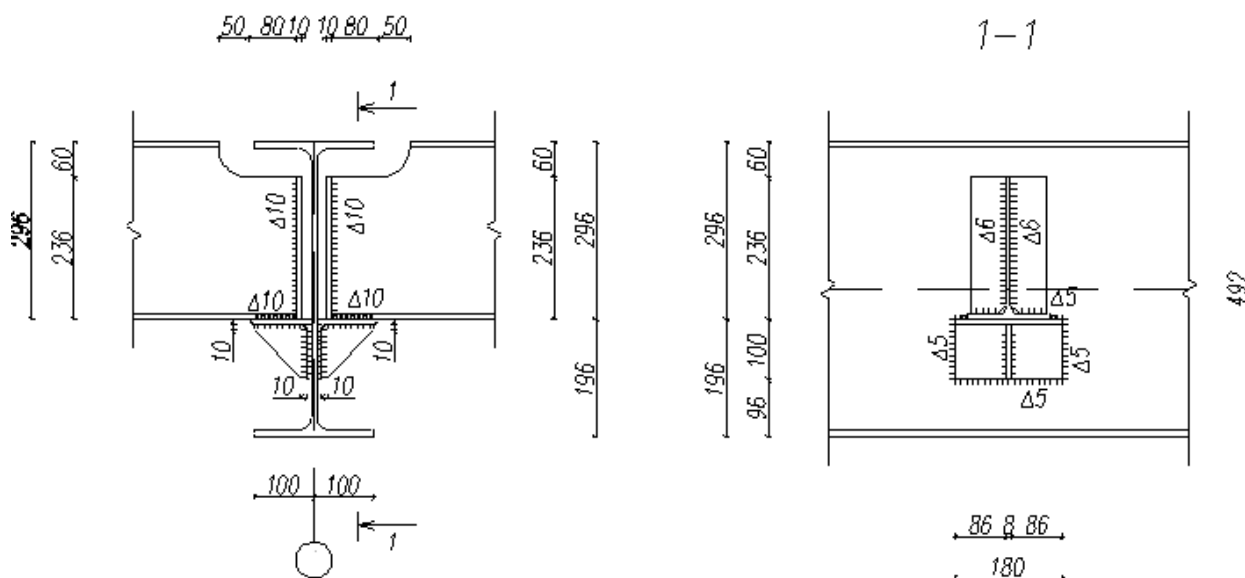
Катет сварных швов, крепящих опорную плиту к колонне принимаем конструктивно из условия свариваемости

$$k_f = 9 \text{ мм}$$

2.4.2 Крепление прогонов

2.4.2.1 Крепление прогонов 30Б1 к ригелям

Принимаем крепление прогонов к ригелям с помощью опорного столика. Опорный столик выполняем в виде уголка.



Расчетные усилия

$$Q = 59 \text{ кН}$$

Принимаем уголок 100x10 мм

Тогда эксцентриситет

$$e = a_0 + 2/3c, \text{ где}$$

$$a_0 = 0.015\text{ м}$$

$$c_0 = 0.1 - 0.015 = 0.085\text{ м}$$

$$e = 0.015 + 2/3 \cdot 0.085 = 0.072\text{ м}$$

Проверяем условие

$$c_0 > Q/(\delta_{cm} R_y) - h_1, \text{ где}$$

$$\delta_{cm} - \text{толщина стенки прогона, } \delta_{cm} = 0.0058\text{ м}$$

$$h_1 - \text{толщина полки уголка, } h_1 = 0.01\text{ м}$$

$$c_0 = 0.085\text{ м} > 59 / 0.0058 \cdot 240 - 0.01 = 0.032\text{ м}$$

Назначаем толщину вертикального ребра 10 мм.

Назначаем катеты сварных швов прикрепляющих уголок $k_f = 5\text{ мм}$, длину уголка 180 мм.

Предполагаем, что вертикальное усилие Q передается только через вертикальные швы, а момент от эксцентричного приложения нагрузки Q передается горизонтальными швами.

Момент

$$M = Qe = 59 \cdot 0.085 = 5.02\text{ кН} \cdot \text{м}$$

Напряжения в швах 1

$$\tau = \frac{Q}{l_w k_f} = \frac{59}{2 \cdot 0.09 \cdot 0.005} = 65.6\text{ МПа}$$

$$\tau = 65.6\text{ МПа} < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140\text{ МПа}$$

$$\tau = 65.6\text{ МПа} < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5\text{ МПа}$$

Напряжения в швах 2

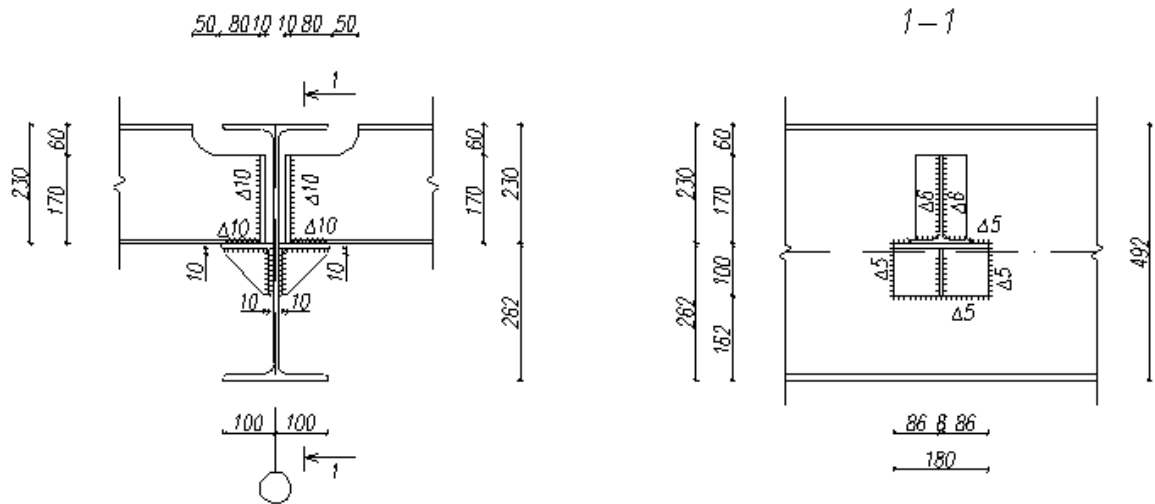
$$\sigma = \frac{M}{W_w} = \frac{5.02}{178.8} = 28.1\text{ МПа}$$

$$\sigma = 28.1\text{ МПа} < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140\text{ МПа}$$

$$\sigma = 28.1\text{ МПа} < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5\text{ МПа}$$

2.4.2.2 Крепление прогонов 23Б1 к ригелям

Принимаем крепление прогонов к ригелям с помощью опорного столика. Опорный столик выполняем в виде уголка.



Расчетные усилия в узле

$$Q = 35.26 \text{ кН}$$

Принимаем уголок 100x100x10 мм

Тогда эксцентриситет

$$e = a_0 + 2/3c, \text{ где}$$

$$a_0 = 0.015 \text{ м}$$

$$c_0 = 0.1 - 0.015 = 0.085 \text{ м}$$

$$e = 0.015 + 2/3 \cdot 0.085 = 0.072 \text{ м}$$

Проверяем условие

$$c_0 > Q / (\delta_{cm} R_y) - h_1, \text{ где}$$

$$\delta_{cm} - \text{толщина стенки прогона, } \delta_{cm} = 0.0058 \text{ м}$$

$$h_1 - \text{толщина полки уголка, } h_1 = 0.01 \text{ м}$$

$$c_0 = 0.085 \text{ м} > 35.26 / 0.0058 \cdot 240 - 0.01 = 0.015 \text{ м}$$

Назначаем толщину вертикального ребра 10 мм.

Назначаем катеты сварных швов прикрепляющих уголок $k_f = 5 \text{ мм}$, длину уголка 180 мм.

Предполагаем, что вертикальное усилие Q передается только вертикальными швами, а момент от эксцентричного приложения нагрузки Q передается горизонтальными швами.

Момент

$$M = Qe = 35.26 \cdot 0.072 = 2.54 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Напряжения в швах 1

$$\tau = \frac{Q}{l_w k_f} = \frac{35.26}{2 \cdot 0.09 \cdot 0.006} = 32.6 \text{ МПа}$$

$$\tau = 32.6 \text{ МПа} < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau = 32.6 \text{ МПа} < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5 \text{ МПа}$$

Напряжения в швах 2

$$\sigma = \frac{M}{W_u} = \frac{3}{178.8} = 16.8 \text{ МПа}$$

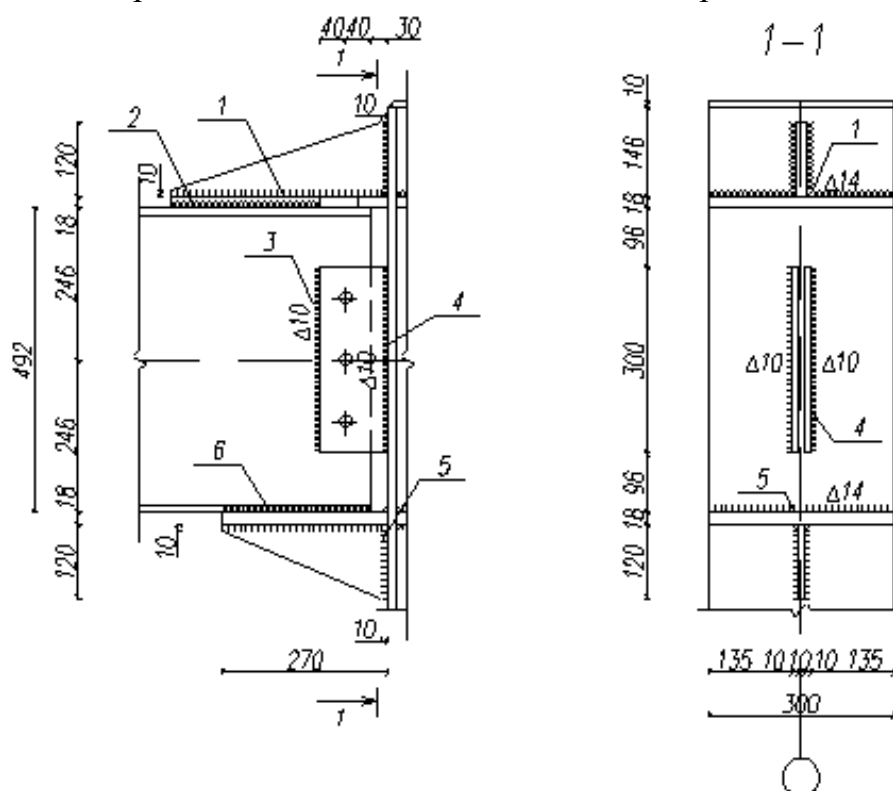
$$\sigma = 16.8 \text{ МПа} < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 16.8 \text{ МПа} < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5 \text{ МПа}$$

2.4.3 Крепление ригеля к колонне

2.4.3.1 Узел 1

Крепление ригеля к колонне выполняем на сварке с помощью пластин.



Расчетные усилия в узле

$$M = 362.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 49.5 \text{ кН}$$

$$Q = 150.9 \text{ кН}$$

Предполагаем, что момент и продольная сила передаются верхней и нижней пластинами.

Находим усилия в верхнем и нижнем поясе:

$$N_s = M / h - N / 2$$

$$N_n = M / h + N / 2, \text{ где}$$

h - расстояние между центрами тяжести поясов, $h = 0.48 \text{ м}$

$$N_s = 362.2 / 0.48 - 49.5 / 2 = 729.8 \text{ кН}$$

$$N_n = 362.2 / 0.48 + 49.5 / 2 = 779.3 \text{ кН}$$

Определяем требуемую толщину пластины

$t_{mp} = N_e / bR_y$, где

b - ширина пластины, $b = 0.17м$

$$t_{mp} = 729.8 / 0.17 \cdot 240 = 0.0179м$$

Принимаем $t = 0.018м$

Назначаем катеты сварных швов 1

$$k_f = 14мм$$

Находим момент инерции сварных швов 1

$$J_x = 2 \left(\frac{l_{w1} k_f^3}{12} + l_{w1} k_f (t + k_f / 2)^2 + \frac{l_{w2} k_f^3}{12} + l_{w2} k_f (h / 2 + t)^2 \right), \text{ где}$$

l_{w1}, l_{w2} - соответственно длины горизонтальных и вертикальных сварных швов, $l_{w1} = 13.2см, l_{w2} = 11см$

t - толщина пластины, $t = 1.8см$

h - высота вертикального ребра, принимаем $h = 10см$

$$I_x = 2 \left(\frac{13.2 \cdot 1.4^3}{12} + 13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.8 + 1.4 / 2)^2 + \frac{11^3 \cdot 1.4}{12} + 11 \cdot 1.4 \cdot (6 + 1.8)^2 \right) = 2421см^4$$

Статический момент швов

$$S_x = 2(l_{w1} k_f (t + k_f / 2) + l_{w2} k_f (t + h / 2))$$

$$S_x = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.8 + 1.4 / 2) + 11 \cdot 1.4 \cdot (1.8 + 6)) = 332.64см^3$$

Площадь швов

$$A = 2(l_{w1} k_f + l_{w2} k_f)$$

$$A = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 + 11 \cdot 1.4) = 67.76см^2$$

Центр тяжести

$$y = S_x / A$$

$$y = 332.64 / 67.76 = 4.91см$$

Момент сопротивления

$$W = I_x / y$$

$$W = 2421 / 4.91 = 493.2см^3$$

Сварные швы работают на растягивающее усилие и момент от эксцентрично-го приложения нагрузки

$$\sigma_{np} = \sqrt{\tau_N^2 + \sigma_M^2}, \text{ где}$$

$$\tau_N = N_e / A$$

$$\tau_N = 729.8 / 67.76 = 107.7МПа$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ где}$$

$$M = N_e \cdot y$$

$$M = 729.8 \cdot 0.0491 = 35.83кН \cdot м$$

$$\sigma_M = 35.83 / 493.2 = 72.6МПа$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{107.7^2 + 72.6^2} = 129.9МПа$$

Проверяем условия

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 129.9 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 129.9 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Условия выполняются, значит, катеты швов достаточные.

Принимаем катеты сварных швов 2

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_s}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_s}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{729.8}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 21.7 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{729.8}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 18.26 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 24 \text{ см}$$

Принимаем катеты сварных швов 3 $k_f = 10 \text{ мм}$

Принимаем высоту ребер 300 мм.

Проверяем выполнение условий

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ где}$$

$$\tau_Q = Q / (2k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 150.9 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 26 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6M_p / (2k_f l_w^2), \text{ где}$$

M_p - доля момента, воспринимаемого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{puz} + I_{nl}) M$$

I_p - момент инерции ребер

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 30^3 / 12 = 4500 \text{ см}^4$$

Тогда

$$M_p = 4500 / (37160 + 2 \cdot 25.5^2 \cdot 1.8 \cdot 20) \cdot 362.21 = 19.41 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 19.41 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 69.2 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{69.2^2 + 26^2} = 73.9 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 73.9 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 73.9 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Назначаем катет сварных швов 4 $k_f = 10\text{мм}$

Определим момент от эксцентричного приложения нагрузки Q

$$M_Q = Qe, \text{ где}$$

$$e - \text{ эксцентриситет, } e = 0.11\text{м}$$

Тогда

$$M_Q = 150.9 \cdot 0.11 = 16.6\text{кН} \cdot \text{м}$$

Суммарный момент

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 16.6 + 19.41 = 36\text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_Q = 150.9 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 26\text{МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 36 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 128\text{МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{128^2 + 26^2} = 131\text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 131\text{МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140\text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 131\text{МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5\text{МПа}$$

Принимаем сварные швы 5 аналогично швам 1

$$\tau_N = N_n / A$$

$$\tau_N = 779.3 / 67.76 = 115.3\text{МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ где}$$

$$M = N_n y$$

$$M = 779.3 \cdot 0.0491 = 38.3\text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 38.3 / 493.2 = 77.6\text{МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{115.3^2 + 77.6^2} = 139\text{МПа}$$

Проверяем условия

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 139\text{МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140\text{МПа}$$

$$\sigma_{np} = 139\text{МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5\text{МПа}$$

Принимаем катеты сварных швов 6

$$k_f = 12\text{мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_n}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_n}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{779.3}{2 \cdot 0.7 \cdot 1.2 \cdot 200} = 23.2\text{см}$$

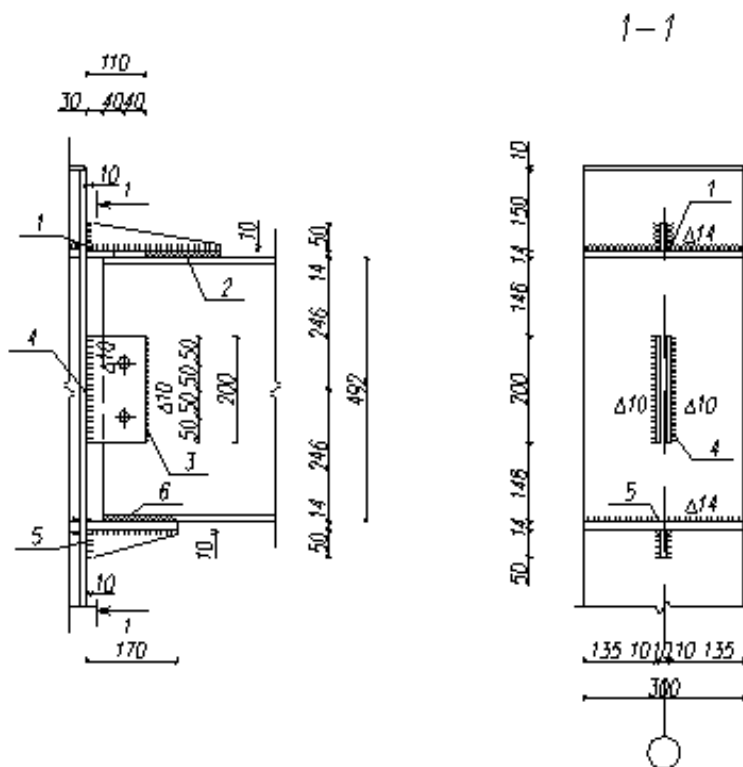
$$l_w \geq \frac{779.3}{2 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 166.5} = 19.5 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 24 \text{ см}$$

2.4.3.2 Узел 2

Крепление ригеля к колонне выполняем на сварке с помощью пластин.



Расчетные усилия в узле

$$M = 196.5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 8 \text{ кН}$$

$$Q = 54 \text{ кН}$$

Предполагаем, что момент передается верхней и нижней пластинами.

Находим усилия в верхнем и нижнем поясе:

$$N_s = M / h - N / 2$$

$$N_n = M / h + N / 2, \text{ где}$$

h - расстояние между центрами тяжести поясов, $h = 0.48 \text{ м}$

$$N_s = 196.5 / 0.48 - 8 / 2 = 405.4 \text{ кН}$$

$$N_n = 196.5 / 0.48 + 8 / 2 = 413.4 \text{ кН}$$

Определяем требуемую толщину пластины

$$t_{mp} = N_s / b R_y, \text{ где}$$

b - ширина пластины, $b = 0.17 \text{ м}$

$$t_{mp} = 405.4 / 0.17 \cdot 240 = 0.0099 \text{ м}$$

Принимаем $t = 0.014 \text{ м}$

Назначаем катеты сварных швов 1

$$k_f = 14 \text{ мм}$$

Находим момент инерции сварных швов 1

$$J_x = 2 \left(\frac{l_{w1} k_f^3}{12} + l_{w1} k_f (t + k_f / 2)^2 + \frac{l_{w2} k_f^3}{12} + l_{w2} k_f (h / 2 + t)^2 \right), \text{ где}$$

l_{w1}, l_{w2} - соответственно длины горизонтальных и вертикальных сварных швов, $l_{w1} = 13.2 \text{ см}, l_{w2} = 4 \text{ см}$

t - толщина пластины, $t = 1.4 \text{ см}$

h - высота вертикального ребра, принимаем $h = 5 \text{ см}$

$$I_x = 2 \left(\frac{13.2 \cdot 1.4^3}{12} + 13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.4 + 1.4 / 2)^2 + \frac{4^3 \cdot 1.4}{12} + 4 \cdot 1.4 \cdot (2.5 + 1.4)^2 \right) = 354 \text{ см}^4$$

Статический момент швов

$$S_x = 2(l_{w1} k_f (t + k_f / 2) + l_{w2} k_f (t + h / 2))$$

$$S_x = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.4 + 1.4 / 2) + 4 \cdot 1.4 \cdot (1.4 + 2.5)) = 121.3 \text{ см}^3$$

Площадь швов

$$A = 2(l_{w1} k_f + l_{w2} k_f)$$

$$A = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 + 4 \cdot 1.4) = 48.16 \text{ см}^2$$

Центр тяжести

$$y = S_x / A$$

$$y = 121.3 / 48.16 = 2.52 \text{ см}$$

Момент сопротивления

$$W = I_x / y$$

$$W = 354 / 2.52 = 140.6 \text{ см}^3$$

Сварные швы работают на растягивающее усилие и момент от эксцентрично-го приложения нагрузки

$$\sigma_{np} = \sqrt{\tau_N^2 + \sigma_M^2}, \text{ где}$$

$$\tau_N = N_g / A$$

$$\tau_N = 405.4 / 48.16 = 84.2 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ где}$$

$$M = N_g \cdot y$$

$$M = 405.4 \cdot 0.0252 = 10.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 10.22 / 140.6 = 72.7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{84.2^2 + 72.7^2} = 111 \text{ МПа}$$

Проверяем условия

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 111 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 111 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Условия выполняются, значит, катеты швов достаточные.

Принимаем катеты сварных швов 2

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_s}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_s}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{405.4}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 12.1 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{405.4}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 10.1 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 14 \text{ см}$$

Принимаем катеты сварных швов 3 $k_f = 6 \text{ мм}$

Принимаем высоту ребер 200 мм.

Проверяем выполнение условий

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ где}$$

$$\tau_Q = Q / (2k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 54 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 23.7 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6M_p / (2k_f l_w^2), \text{ где}$$

M_p - доля момента, воспринимаемого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{puz} + I_{nr}) M$$

I_p - момент инерции ребер

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 20^3 / 12 = 1333 \text{ см}^4$$

Тогда

$$M_p = 1333 / (37160 + 2 \cdot 25.3^2 \cdot 1.4 \cdot 20) \cdot 196.5 = 3.59 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 3.59 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 49.7 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{23.7^2 + 49.7^2} = 55.1 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 55.1 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 55.1 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Назначаем катет сварных швов 4 $k_f = 6 \text{ мм}$

Определим момент от эксцентричного приложения нагрузки Q

$$M_Q = Qe, \text{ где}$$

$$e - \text{ эксцентриситет, } e = 0.11 \text{ м}$$

Тогда

$$M_Q = 54 \cdot 0.11 = 5.94 \text{ кН} \cdot \text{ м}$$

Суммарный момент

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 3.59 + 5.94 = 9.53 \text{ кН} \cdot \text{ м}$$

$$\tau_Q = 54 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 23.68 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 9.53 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 132 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{132^2 + 23.68^2} = 134.1 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 134.1 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 134.1 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Принимаем сварные швы 5 аналогично швам 1

$$\tau_N = N_n / A$$

$$\tau_N = 413.4 / 48.16 = 85.8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ где}$$

$$M = N_n y$$

$$M = 413.3 \cdot 0.0252 = 16.4 \text{ кН} \cdot \text{ м}$$

$$\sigma_M = 16.4 / 493.2 = 33.25 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{33.25^2 + 85.8^2} = 92 \text{ МПа}$$

Проверяем условия

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 92 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 92 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Принимаем катеты сварных швов 6

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_n}{2 \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_n}{2 \beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{413.2}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 12.3 \text{ см}$$

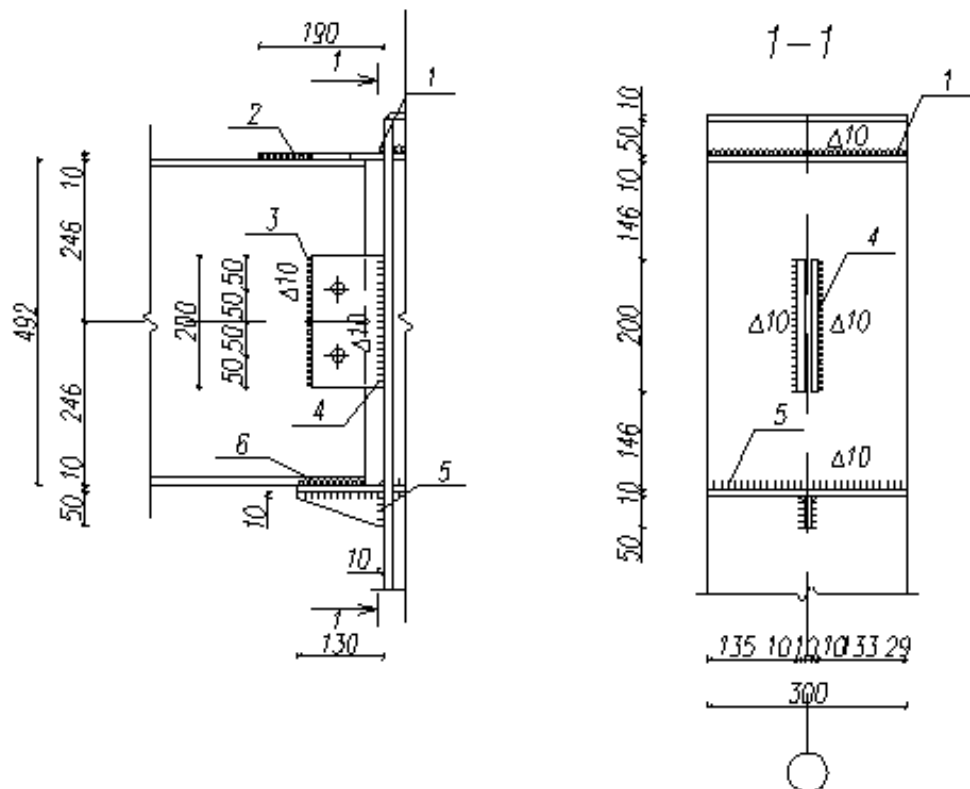
$$l_w \geq \frac{413.2}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 10.3 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 14\text{см}$$

2.4.3.3 Узел 3

Крепление ригеля к колонне выполняем на сварке с помощью пластин.



Расчетные усилия в узле

$$M = 98.17\text{кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 23.3\text{кН}$$

$$Q = 65.2\text{кН}$$

Предполагаем, что момент передается верхней и нижней пластинами.

Находим усилия в верхнем и нижнем поясе:

$$N_s = M / h - N / 2$$

$$N_n = M / h + N / 2, \text{ где}$$

h - расстояние между центрами тяжести поясов, $h = 0.48\text{м}$

$$N_s = 98.17 / 0.48 - 23.3 / 2 = 190.8\text{кН}$$

$$N_n = 98.17 / 0.48 + 23.3 / 2 = 214.1\text{кН}$$

Определяем требуемую толщину пластины

$$t_{mp} = N_s / bR_y, \text{ где}$$

b - ширина пластины, $b = 0.17\text{м}$

$$t_{mp} = 190.8 / 0.17 \cdot 240 = 0.0047\text{м}$$

Принимаем $t = 0.01\text{м}$

Длина сварных швов $l_w = 0.19\text{м}$

Находим требуемый катет сварных швов из условий

$$k_f \geq \frac{N_s}{l_w \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{N_s}{l_w \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{190.8}{0.19 \cdot 0.7 \cdot 200} = 7.2 \text{ мм}$$

$$k_f \geq \frac{190.8}{0.19 \cdot 1 \cdot 166.5} = 6.03 \text{ мм}$$

Принимаем катет

$$k_f = 8 \text{ мм}$$

Принимаем катеты сварных швов 2

$$k_f = 10 \text{ мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_s}{2 \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_s}{2 \beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{190.8}{2 \cdot 0.7 \cdot 10 \cdot 200} = 6.8 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{190.8}{2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 166.5} = 5.7 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 8 \text{ см}$$

Принимаем катеты сварных швов 3 $k_f = 6 \text{ мм}$

Принимаем высоту ребер 200 мм.

Проверяем выполнение условий

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ где}$$

$$\tau_Q = Q / (2 k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 65.2 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 28.6 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6 M_p / (2 k_f l_w^2), \text{ где}$$

M_p - доля момента, воспринимаемого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{pиз} + I_{nl}) M$$

I_p - момент инерции ребер

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 20^3 / 12 = 1333 \text{ см}^4$$

Тогда

$$M_p = 1333 / (37160 + 2 \cdot 25.3^2 \cdot 1.4 \cdot 20) \cdot 98.17 = 1.8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 1.8 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 24.8 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{28.6^2 + 24.8^2} = 37.9 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 37.9 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 37.9 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Назначаем катет сварных швов 4 $k_f = 6 \text{ мм}$

Определим момент от эксцентричного приложения нагрузки Q

$$M_Q = Qe, \text{ где}$$

e - эксцентриситет, $e = 0.11 \text{ м}$

Тогда

$$M_Q = 65.2 \cdot 0.11 = 7.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Суммарный момент

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 7.2 + 1.8 = 9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_Q = 65.2 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 28.6 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 9 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 124.7 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{124.7^2 + 28.6^2} = 127.9 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 127.9 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 127.9 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Длина сварных швов 5 $l_w = 0.19 \text{ м}$

Находим требуемый катет сварных швов из условий

$$k_f \geq \frac{N_n}{l_w \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{N_n}{l_w \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{214.1}{0.19 \cdot 0.7 \cdot 200} = 8.05 \text{ мм}$$

$$k_f \geq \frac{214.1}{0.19 \cdot 1 \cdot 166.5} = 6.77 \text{ мм}$$

Принимаем катет

$$k_f = 9 \text{ мм}$$

Принимаем катеты сварных швов 6

$$k_f = 10 \text{ мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_n}{2 \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_n}{2 \beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{214.1}{2 \cdot 0.7 \cdot 10 \cdot 200} = 7.6 \text{ см}$$

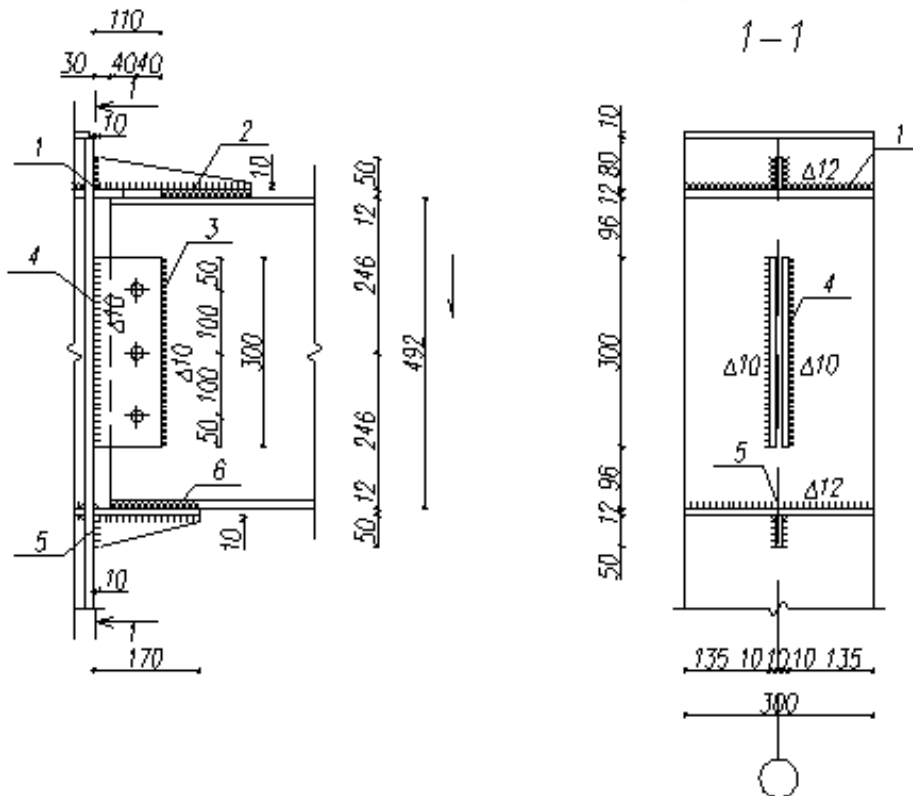
$$l_w \geq \frac{214.1}{2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 166.5} = 6.4 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 10 \text{ см}$$

2.4.3.4 Узел 4

Крепление ригеля к колонне выполняем на сварке с помощью пластин.



Расчетные усилия в узле

$$M = 199.48 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 47.5 \text{ кН}$$

$$Q = 145.8 \text{ кН}$$

Предполагаем, что момент передается верхней и нижней пластинами.

Находим усилия в верхнем и нижнем поясе:

$$N_с = M / h - N / 2$$

$$N_н = M / h + N / 2, \text{ где}$$

h - расстояние между центрами тяжести поясов, $h = 0.48 \text{ м}$

$$N_с = 199.48 / 0.48 - 47.5 / 2 = 391.8 \text{ кН}$$

$$N_н = 199.48 / 0.48 + 47.5 / 2 = 439.3 \text{ кН}$$

Определяем требуемую толщину пластины

$$t_{mp} = N_с / bR_y, \text{ где}$$

b - ширина пластины, $b = 0.17 \text{ м}$

$$t_{mp} = 391.8 / 0.17 \cdot 240 = 0.0096 \text{ м}$$

Принимаем $t = 0.012 \text{ м}$

Назначаем катеты сварных швов 1

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Находим момент инерции сварных швов 1

$$J_x = 2 \left(\frac{l_{w1} k_f^3}{12} + l_{w1} k_f (t + k_f / 2)^2 + \frac{l_{w2}^3 k_f}{12} + l_{w2} k_f (h / 2 + t)^2 \right), \text{ где}$$

l_{w1}, l_{w2} - соответственно длины горизонтальных и вертикальных сварных швов, $l_{w1} = 13.2 \text{ см}, l_{w2} = 4 \text{ см}$

t - толщина пластины, $t = 1.2 \text{ см}$

h - высота вертикального ребра, принимаем $h = 5 \text{ см}$

$$I_x = 2 \left(\frac{13.2 \cdot 1.2^3}{12} + 13.2 \cdot 1.2 \cdot (1.2 + 1.2 / 2)^2 + \frac{4^3 \cdot 1.2}{12} + 4 \cdot 1.2 \cdot (2.5 + 1.2)^2 \right) = 251 \text{ см}^4$$

Статический момент швов

$$S_x = 2(l_{w1} k_f (t + k_f / 2) + l_{w2} k_f (t + h / 2))$$

$$S_x = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.2 \cdot (1.2 + 1.2 / 2) + 4 \cdot 1.2 \cdot (1.2 + 2.5)) = 92.5 \text{ см}^3$$

Площадь швов

$$A = 2(l_{w1} k_f + l_{w2} k_f)$$

$$A = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.2 + 4 \cdot 1.2) = 41.28 \text{ см}^2$$

Центр тяжести

$$y = S_x / A$$

$$y = 92.5 / 41.28 = 2.24 \text{ см}$$

Момент сопротивления

$$W = I_x / y$$

$$W = 251 / 2.24 = 112 \text{ см}^3$$

Сварные швы работают на растягивающее усилие и момент от эксцентрично-го приложения нагрузки

$$\sigma_{np} = \sqrt{\tau_N^2 + \sigma_M^2}, \text{ где}$$

$$\tau_N = N_g / A$$

$$\tau_N = 391.8 / 41.28 = 94.9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ где}$$

$$M = N_g \cdot y$$

$$M = 391.8 \cdot 0.0224 = 8.8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 8.8 / 112 = 78.4 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{94.9^2 + 78.4^2} = 123 \text{ МПа}$$

Проверяем условия

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 123 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 123 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Условия выполняются, значит, катеты швов достаточные.

Принимаем катеты сварных швов 2

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_6}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_6}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{391.8}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 11.7 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{391.8}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 9.8 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 14 \text{ см}$$

Принимаем катеты сварных швов 3 $k_f = 10 \text{ мм}$

Принимаем высоту ребер 200 мм.

Проверяем выполнение условий

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ где}$$

$$\tau_Q = Q / (2k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 145.8 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 25.1 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6M_p / (2k_f l_w^2), \text{ где}$$

M_p - доля момента, воспринимаемого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{пуз} + I_{ни}) M$$

I_p - момент инерции ребер

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 30^3 / 12 = 4500 \text{ см}^4$$

Тогда

$$M_p = 4500 / (37160 + 2 \cdot 25.2^2 \cdot 1.2 \cdot 20) \cdot 199.48 = 13.27 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 13.27 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 47.3 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{25.1^2 + 47.3^2} = 53.58 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 53.58 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 53.58 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Назначаем катет сварных швов 4 $k_f = 10 \text{ мм}$

Определим момент от эксцентричного приложения нагрузки Q

$$M_Q = Qe, \text{ где}$$

e - эксцентриситет, $e = 0.11 \text{ м}$

Тогда

$$M_Q = 145.8 \cdot 0.11 = 16.04 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Суммарный момент

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 16.04 + 13.27 = 29.31 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_Q = 145.8 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 25.1 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 29.31 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 104.6 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{104.6^2 + 25.1^2} = 107.5 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 107.5 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 107.5 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Принимаем сварные швы 5 аналогично швам 1

$$\tau_N = N_n / A$$

$$\tau_N = 439.3 / 41.28 = 106.4 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ где}$$

$$M = N_n \cdot y$$

$$M = 439.3 \cdot 0.0252 = 11.1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 11.1 / 112 = 98.8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{106.4^2 + 98.8^2} = 139 \text{ МПа}$$

Проверяем условия

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 139 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 139 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Принимаем катеты сварных швов 6

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Находим требуемую длину швов из условий

$$l_w \geq \frac{N_n}{2 \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_n}{2 \beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{439.3}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 13 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{439.3}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 11 \text{ см}$$

Принимаем длину сварных швов

$$l_w = 14 \text{ см}$$

3.1 Привязка проектируемого здания к существующему рельефу строительной площадки

Природный рельеф строительной площадки с размерами $AB \times CD = 226 \times 120$ м имеет незначительный перепад высот по абсолютным отметкам в пределах длины здания, который составил $142.25 - 140.75 = 1.5$ м. Это свидетельствует о том, что природный рельеф площадки относительно «спокойный». Принимаем решение «сгладить» существующий природный рельеф в пределах контура, принимая рельеф с уклоном 0.002.

Абсолютную отметку планировочной поверхности принимаем равной 141.5 м. Тогда проектные «красные» отметки проектного рельефа углов строительной площадки будут иметь следующие отметки:

$$т.А: 141.5 + 0.002 \cdot 101.28 + 0.002 \cdot 48.95 = 141.8 \text{ м}$$

$$т.В: 141.5 - 0.002 \cdot 124.72 + 0.002 \cdot 48.95 = 141.35 \text{ м}$$

$$т.С: 141.5 - 0.002 \cdot 124.72 - 0.002 \cdot 71.05 = 141.11 \text{ м}$$

$$т.Д: 141.5 + 0.002 \cdot 101.28 - 0.002 \cdot 71.05 = 141.56 \text{ м}$$

Углы контура проектируемого здания будут иметь следующие отметки:

$$т.1: 141.5 + 0.002 \cdot 60.75 - 0.002 \cdot 34.75 = 141.55 \text{ м}$$

$$т.2: 141.5 + 0.002 \cdot 67 - 0.002 \cdot 17.33 = 141.6 \text{ м}$$

$$т.3: 141.5 + 0.002 \cdot 21.81 - 0.002 \cdot 1.33 = 141.54 \text{ м}$$

$$т.4: 141.5 + 0.002 \cdot 29.93 + 0.002 \cdot 21.51 = 141.6 \text{ м}$$

$$т.5: 141.5 - 0.002 \cdot 9.42 + 0.002 \cdot 35.62 = 141.55 \text{ м}$$

$$т.6: 141.5 - 0.002 \cdot 17.53 + 0.002 \cdot 12.98 = 141.49 \text{ м}$$

$$т.7: 141.5 - 0.002 \cdot 62.72 + 0.002 \cdot 29.18 = 141.43 \text{ м}$$

$$т.8: 141.5 - 0.002 \cdot 68.97 + 0.002 \cdot 11.75 = 141.39 \text{ м}$$

$$т.9: 141.5 - 0.002 \cdot 30.11 - 0.002 \cdot 21.65 = 141.4 \text{ м}$$

$$т.10: 141.5 + 0.002 \cdot 9.08 - 0.002 \cdot 35.5 = 141.45 \text{ м}$$

Назначаем абсолютную отметку ± 0.000 , соответствующую уровню чистого пола 1-го этажа проектируемого здания:

$$\pm 0.000 = 141.6 + 0.9 = 142.5 \text{ м}$$

3.2 Оценка инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства

Оценка инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства заключается в уточнении наименований каждого инженерно-геологического элемента, а также в определении производных и классификационных характеристик грунтов и начального расчетного сопротивления R_0 .

3.2.1 Расчет характеристик грунтов

Расчет производится в порядке залегания ИГЭ грунта от поверхности земли по первой скважине, как наиболее близко расположенной к расчетному сечению.

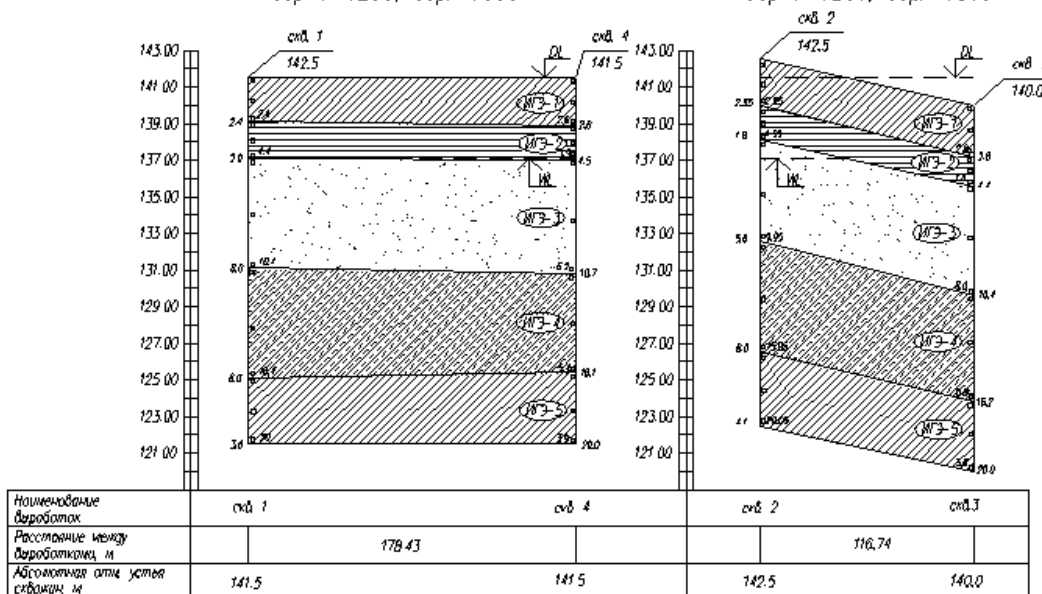
Результаты расчета сведены в таблицу

№ ИГЭ	Усл. обозн.	Наименование грунта и его состояние	h_i , м	J_{Pi} , %	J_{Li}	e_i	S_{ri}	E_{0i} , МПа	R_{0i} , кПа
ИГЭ-1		Суглинок тугопластичный	2,4	8	0,5	0,689	0,944	14	218,3
ИГЭ-2		Глина полутвердая	2	24	0,25	0,847	0,956	18	269,4
ИГЭ-3		Песок средней крупности, средней плотности, насыщен водой	6	-	-	0,663	1	28	400
ИГЭ-4		Супесь текучая	6	5	1,2	0,621	1,036	16	239,5
ИГЭ-5		Суглинок полутвердый	3,6	9	0,111	0,721	0,862	22	238,5

3.2.2 Инженерно-геологические разрезы

Инженерно-геологический разрез I-I
верт. 1:200, гор. 1:500

Инженерно-геологический разрез II-II
верт. 1:200, гор. 1:500



3.3 Расчет и проектирование фундаментов мелкого заложения в сечении I-I

Выполняем расчет фундаментов по буквенной оси М и цифровым б (ФМЗ-1) и 7 (ФМЗ-2).

Строительство ведется в г. Москва.

Подвал отсутствует.

Мощность h_1 , начальное расчетное сопротивление R_0 и модуль деформации E_0 грунта ИГЭ-1 являются достаточными, чтобы использовать данный слой грунта в качестве несущего.

Назначаем класс бетона фундамента В20. Толщину защитного слоя $a_s = 70 \text{ мм}$.

3.3.1 Расчет ФМЗ-1

Расчет и проектирование фундамента (ФМЗ-1) в сечении I-I производим по заданной расчетной нагрузке на обрез фундамента:

$$N_{II} = 185,3 \text{ кН}$$

$$M_{II} = 0$$

$$Q_{II} = 30,2 \text{ кН}$$

3.3.1.1 Определение высоты фундамента (ФМЗ-1)

Определение расчетной высоты фундамента

Уточняем требуемую рабочую высоту плитной части фундамента h_{0pl} по приближенной формуле:

$$h_{0pl} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_I}{\alpha \gamma_{b2} \gamma_{b9} R_{bt} + p_{zp}}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{242.8}{0.85 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 900 + 218.3}} = 0.26 \text{ м}, \text{ где}$$

N_I - расчетная нагрузка, передаваемая колонной на уровне обреза фундамента, $N_I = 242.8 \text{ кН}$

α - коэффициент, $\alpha = 0.85$

γ_{b2} - коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки, $\gamma_{b2} = 1$

γ_{b9} - коэффициент, учитывающий вид материала фундамента, $\gamma_{b9} = 0.9$

R_{bt} - расчетное сопротивление бетона растяжению, $R_{bt} = 900 \text{ кПа}$

p_{zp} - реактивный отпор грунта от расчетной продольной нагрузки N_I без учета веса фундамента и грунта на его уступах, $p_{zp} \approx R_0 \approx 218.3 \text{ кПа}$

Определяем требуемую расчетную высоту плитной части фундамента

$$h_{pl} = h_{0pl} + a_s = 0.26 + 0.07 = 0.33 \text{ м} > 0.3 \text{ м}, \text{ условие выполняется.}$$

Полученную расчетную высоту плитной части фундамента округляем кратно 0.15 м в большую сторону, принимая равной $h_{pl} = 0.45 \text{ м}$.

Назначаем высоту фундамента, принимая во внимание, что минимальная высота фундамента должна быть не менее 1.5 м, $H_f = 1.5 \text{ м}$.

3.3.1.2 Определение глубины заложения фундамента (ФМЗ-1)

Определяем расчетную глубину промерзания несущего слоя грунта

$$d_f = k \cdot d_{fn} = 0.5 \cdot 1.35 = 0.675 \text{ м}, \text{ где}$$

k - коэффициент, учитывающий температурный режим здания, $k = 0.5$

d_{fn} - нормативная глубина промерзания грунта, определяемая в зависимости от климатического района строительства, $d_{fn} = 1.35 \text{ м}$

Глубина заложения для внутреннего фундамента не зависит от расчетной глубины промерзания грунтов.

Глубина заложения фундамента по конструктивным требованиям

$$d_1 = H_f + h_1 = 1.5 + 0.3 = 1.8 \text{ м}, \text{ где}$$

H_f - высота фундамента, $H_f = 1.5 \text{ м}$

h_1 - толщина слоя грунта от обреза фундамента до планировочной отметки земли, $h_1 = 0.3 \text{ м}$

Так как расчетная глубина промерзания грунта меньше, чем конструктивная глубина заложения фундамента, то в качестве расчетного значения глубины заложения фундамента принимаем большую из них, то есть $d_1 = 1.8 \text{ м}$.

Абсолютная отметка подошвы фундамента составляет:

$$FL = DL - d_1 = 141.5 - 1.8 = 139.7 \text{ м}.$$

3.3.1.3 Определение размеров подошвы фундамента (ФМЗ-1)

Так как фундамент испытывает воздействие только нормальной силы, он считается центрально нагруженным. Следовательно, фундамент проектируется квадратным в плане.

Определяем предварительные (ориентировочные) размеры подошвы фундамента.

$$b_f = l_f = \sqrt{\frac{N_{II}}{R_0 - \gamma_{mt} d_1}} = \sqrt{\frac{185.3}{218.3 - 20 \cdot 1.8}} = 1 \text{ м, где}$$

R_0 - начальное расчетное сопротивление грунта ИГЭ-1, $R_0 = 218.3 \text{ МПа}$

γ_{mt} - осредненный удельный вес материала фундамента и грунта на его уступах, $\gamma_{mt} = 20 \text{ кН/м}^3$

d_1 - глубина заложения фундамента, $d_1 = 1.8 \text{ м}$

Полученные размеры фундамента округляем в большую сторону кратно 0.3.

Принимаем $b_f = 0.9 \text{ м}, l_f = 1.2 \text{ м}$

Определяем соотношение длины здания к его высоте

$$L/H = 139/21 = 6.62$$

Уточняем расчетное сопротивление грунта основания

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma k_z b_f \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + M_c c_{II}], \text{ где}$$

γ_{c1} и γ_{c2} - коэффициенты условий работы, $\gamma_{c1} = 1.2$ и $\gamma_{c2} = 1$

k - коэффициент, $k = 1$, так как прочностные характеристики определены непосредственными испытаниями

M_γ, M_q, M_c - коэффициенты, зависящие от угла внутреннего трения несущего слоя грунта, для $\varphi = 20^\circ$ - $M_\gamma = 0.51, M_q = 3.05, M_c = 5.66$

b_f - ширина подошвы фундамента, $b_f = 0.9 \text{ м}$,

k_z - коэффициент, так как $b_f = 0.9 \text{ м} < 10 \text{ м}$ $k_z = 1$

c_{II} - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой, $c_{II} = 23 \text{ кПа}$

γ_{II}' - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента

$$\gamma_{II}' = \frac{\gamma_1 \cdot d_1}{d_1} = \gamma_1 = \rho_1 g = 1.99 \cdot 10 = 19.9 \text{ кН/м}^3, \text{ где}$$

γ_1 - удельный вес грунта неразрушенной структуры ИГЭ-1

Так как расчетное сечение I-I расположено ближе к скважине №1, следовательно, толщину грунта принимаем по ней. Тогда

$$\gamma_{II} = \frac{\gamma_1 h_{1/2} + \gamma_2 h_2 + \gamma_{sb3} h_3 + \gamma_{sb4} h_4 + \gamma_{sb5} h_5}{h_{1/2} + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}, \text{ где}$$

$\gamma_1 = \rho_1 g = 1.99 \cdot 10 = 19.9 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес грунта неразрушенной структуры ИГЭ-2

$\gamma_2 = \rho_2 g = 1.9 \cdot 10 = 19 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес грунта неразрушенной структуры ИГЭ-2

γ_{sb3} - удельный вес грунта ИГЭ-3 с учетом взвешивающего действия воды

$$\gamma_{sb3} = \frac{\gamma_{s3} - \gamma_w}{1 + e_3} = \frac{26.6 - 10}{1 + 0.663} = 9.98 \text{ кН/м}^3, \text{ где}$$

$\gamma_{s3} = \rho_{s3} g = 2.66 \cdot 10 = 26.6 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес твердых частиц грунта ИГЭ-3

$\rho_{s3} = 2.66 \text{ г/см}^3$ - плотность твердых частиц грунта ИГЭ-3

$\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес воды

$e_3 = 0.663$ - коэффициент пористости грунта ИГЭ-3

γ_{sb4} - удельный вес грунта ИГЭ-4 с учетом взвешивающего действия воды

$$\gamma_{sb4} = \frac{\gamma_{s4} - \gamma_w}{1 + e_4} = \frac{26.8 - 10}{1 + 0.621} = 10.4 \text{ кН/м}^3, \text{ где}$$

$\gamma_{s4} = \rho_{s4} g = 2.68 \cdot 10 = 26.8 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес твердых частиц грунта ИГЭ-4

$\rho_{s4} = 2.68 \text{ г/см}^3$ - плотность твердых частиц грунта ИГЭ-4

$\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес воды

$e_4 = 0.621$ - коэффициент пористости грунта ИГЭ-4

γ_{sb5} - удельный вес грунта ИГЭ-5 с учетом взвешивающего действия воды

$$\gamma_{sb5} = \frac{\gamma_{s5} - \gamma_w}{1 + e_5} = \frac{27 - 10}{1 + 0.721} = 9.88 \text{ кН/м}^3, \text{ где}$$

$\gamma_{s5} = \rho_{s5} g = 2.7 \cdot 10 = 27 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес твердых частиц грунта ИГЭ-5

$\rho_{s5} = 2.7 \text{ г/см}^3$ - плотность твердых частиц грунта ИГЭ-5

$\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес воды

$e_5 = 0.721$ - коэффициент пористости грунта ИГЭ-5

$$\gamma_{II} = \frac{19.9 \cdot 0.6 + 19 \cdot 2 + 9.98 \cdot 6 + 10.4 \cdot 6 + 9.88 \cdot 3.6}{0.6 + 2 + 6 + 6 + 3.6} = 11.42 \text{ кН/м}^3$$

$$R = \frac{1.2 \cdot 1}{1} [0.51 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 11.42 + 3.05 \cdot 1.8 \cdot 19.9 + 5.66 \cdot 23] = 294 \text{ кПа}$$

Уточняем размеры подошвы фундамента

$$b_f = l_f = \sqrt{\frac{185.3}{294 - 20 \cdot 1.8}} = 0.85 \text{ м}$$

Полученные размеры фундамента округляем в большую сторону кратно 0.3.

Принимаем $b_f = l_f = 0.9 \text{ м}$

Определяем максимальное и минимальное краевое давление и среднее давление под подошвой центрально нагруженного фундамента в предположении линейного распределения напряжений в грунте.

$$P_{\max}^{кр} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 + \frac{M_{II}}{W} = \frac{185.3}{0.9 \cdot 0.9} + 20 \cdot 1.8 + \frac{45.3}{0.122} = 636 \text{ кПа} > 1.2R = 353 \text{ кПа}$$

$$P_{\min}^{кр} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 - \frac{M_{II}}{W} = \frac{185.3}{0.9 \cdot 0.9} + 20 \cdot 1.8 - \frac{45.3}{0.122} = -106.5 \text{ кПа} < 0$$

$$P = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 = \frac{185.3}{0.9 \cdot 0.9} + 20 \cdot 1.8 = 264.8 \text{ кПа} < R = 294 \text{ кПа}, \text{ где}$$

$$M_{II} = Q_{II} h_f = 30.2 \cdot 1.5 = 45.3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$W = \frac{b_f l_f^2}{6} = \frac{0.9 \cdot 0.9^2}{6} = 0.122 \text{ м}^3$$

Условия не выполняются. Принимаем решение увеличить размеры подошвы до $b_f = l_f = 1.2 \text{ м}$

Уточняем расчетное сопротивление грунта

$$R = \frac{1.2 \cdot 1}{1} [0.51 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 11.42 + 3.05 \cdot 1.8 \cdot 19.9 + 5.66 \cdot 23] = 296 \text{ кПа}$$

$$P_{\max}^{\text{кр}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 + \frac{M_{II}}{W} = \frac{185.3}{1.2 \cdot 1.2} + 20 \cdot 1.8 + \frac{45.3}{0.288} = 322 \text{ кПа} < 1.2R = 355 \text{ кПа}$$

$$P_{\min}^{\text{кр}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 - \frac{M_{II}}{W} = \frac{185.3}{1.2 \cdot 1.2} + 20 \cdot 1.8 - \frac{45.3}{0.288} = 7.4 \text{ кПа} > 0$$

$$P = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 = \frac{185.3}{1.2 \cdot 1.2} + 20 \cdot 1.8 = 164.7 \text{ кПа} < R = 296 \text{ кПа}, \text{ где}$$

$$W = \frac{b_f l_f^2}{6} = \frac{1.2 \cdot 1.2^2}{6} = 0.288 \text{ м}^3$$

Условия выполняются, следовательно, фундамент подобран правильно. Однако в основании имеются недонапряжения, составляющие

$$\left| \frac{P - R}{R} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{164.7 - 296}{296} \right| \cdot 100\% = 44.4\% > 10\%$$

Принимаем $b_f = 0.9 \text{ м}, l_f = 1.2 \text{ м}$

$$P_{\max}^{\text{кр}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 + \frac{M_{II}}{W} = \frac{185.3}{0.9 \cdot 1.2} + 20 \cdot 1.8 + \frac{45.3}{0.216} = 417.3 \text{ кПа} > 1.2R = 353 \text{ кПа}$$

$$P_{\min}^{\text{кр}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{mi} d_1 - \frac{M_{II}}{W} = \frac{185.3}{0.9 \cdot 1.2} + 20 \cdot 1.8 - \frac{45.3}{0.216} = -2.1 \text{ кПа} < 0$$

Два условия не выполняются, следовательно, принимаем $b_f = l_f = 1.2 \text{ м}$.

3.3.2 Расчет ФМЗ-2

Расчет и проектирование фундамента (ФМЗ-2) в сечении II-II производим по заданной расчетной нагрузке на обрез фундамента:

$$N_{II} = 2024.2 \text{ кН}$$

$$M_{II} = 0$$

$$Q_{II} = 60.59 \text{ кН}$$

3.3.2.1 Определение высоты фундамента (ФМЗ-2)

Определение расчетной высоты фундамента

Уточняем требуемую рабочую высоту плитной части фундамента h_{0pl} по приближенной формуле:

$$h_{0pl} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_I}{\alpha \gamma_{b2} \gamma_{b9} R_{bt} + p_{zp}}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2423}{0.85 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 900 + 218.3}} = 0.82 \text{ м, где}$$

N_I - расчетная нагрузка, передаваемая колонной на уровне обреза фундамента, $N_I = 2423 \text{ кН}$

$$p_{zp} \approx R_0 \approx 218.3 \text{ кПа}$$

Определяем требуемую расчетную высоту плитной части фундамента

$$h_{pl} = h_{0pl} + a_s = 0.82 + 0.07 = 0.89 \text{ м} > 0.3 \text{ м, условие выполняется.}$$

Полученную расчетную высоту плитной части фундамента округляем кратно 0.15 м в большую сторону, принимая равной $h_{pl} = 0.9 \text{ м}$.

Назначаем высоту фундамента, принимая во внимание, что минимальная высота фундамента должна быть не менее 1.5 м, $H_f = 1.5 \text{ м}$.

3.3.2.2 Определение глубины заложения фундамента (ФМЗ-2)

Глубина заложения принимаем аналогичной ФМЗ-1.

Абсолютная отметка подошвы фундамента составляет:

$$FL = DL - d_1 = 141.5 - 1.8 = 139.7 \text{ м.}$$

3.3.2.3 Определение размеров подошвы фундамента (ФМЗ-2)

Так как фундамент испытывает воздействие только нормальной силы, он считается центрально нагруженным. Следовательно, фундамент проектируется квадратным в плане.

Определяем предварительные (ориентировочные) размеры подошвы фундамента.

$$b_f = l_f = \sqrt{\frac{N_H}{R_0 - \gamma_m d_1}} = \sqrt{\frac{2019.2}{218.3 - 20 \cdot 1.8}} = 3.33 \text{ м}$$

Полученные размеры фундамента округляем кратно 0.3. Принимаем $b_f = l_f = 3.3 \text{ м}$

$$L/H = 139/21 = 6.62$$

Уточняем расчетное сопротивление грунта основания

$$R = \frac{1.2 \cdot 1}{1} [0.51 \cdot 1 \cdot 3.3 \cdot 11.41 + 3.05 \cdot 1.8 \cdot 19.9 + 5.66 \cdot 23] = 310 \text{ кПа}$$

Уточняем размеры подошвы фундамента

$$b_f = l_f = \sqrt{\frac{2019.2}{310 - 20 \cdot 1.8}} = 2.7 \text{ м}$$

Полученные размеры фундамента округляем кратно 0.3. Принимаем

$$b_f = l_f = 2.7 \text{ м}$$

Уточняем расчетное сопротивление грунта основания

$$R = \frac{1.2 \cdot 1}{1} [0.51 \cdot 1 \cdot 2.7 \cdot 11.41 + 3.05 \cdot 1.8 \cdot 19.9 + 5.66 \cdot 23] = 306.2 \text{ кПа}$$

Определяем максимальное и минимальное краевое давление и среднее давление под подошвой центрально нагруженного фундамента в предположении линейного распределения напряжений в грунте.

$$P_{\max}^{\text{кр}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{\text{мг}} d_1 + \frac{M_{II}}{W} = \frac{2019.2}{2.7 \cdot 2.7} + 20 \cdot 1.8 + \frac{90.9}{3.28} = 340.7 \text{ кПа} < 1.2R = 367 \text{ кПа}$$

$$P_{\min}^{\text{кр}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{\text{мг}} d_1 - \frac{M_{II}}{W} = \frac{2019.2}{2.7 \cdot 2.7} + 20 \cdot 1.8 - \frac{90.9}{3.28} = 285.3 \text{ кПа} > 0$$

$$P = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{\text{мг}} d_1 = \frac{2019.2}{2.7 \cdot 2.7} + 20 \cdot 1.8 = 313 \text{ кПа} > R = 306.2 \text{ кПа}, \text{ где}$$

$$\Delta = 2.2\%$$

$$M_{II} = Q_{II} h_f = 60.59 \cdot 1.5 = 90.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$W = \frac{b_f l_f^2}{6} = \frac{2.7 \cdot 2.7^2}{6} = 3.28 \text{ м}^3$$

Окончательно принимаем размеры подошвы $b_f = l_f = 2.7 \text{ м}$

3.4 Вычисление вероятной осадки фундаментов с учетом взаимного влияния

3.4.1 Вычисление вероятной осадки фундамента (ФМЗ-1)

Вычисление вероятной осадки ФМЗ-1 в сечении II-II производится методом послойного суммирования.

Вычисляем ординаты эпюр природного давления σ_{zg} (вертикальные напряжения от действия собственного веса грунта) и вспомогательной $0.2\sigma_{zg}$ по формуле

$$\sigma_{zgi} = \sigma_{zgi-1} + \gamma_{III} h_i$$

Расчет ведем в табличной форме

Точка	γ_{III}	h_i	σ_{zg}	$0.2\sigma_{zg}$
0	-	-	0	0
1	19,9	1,8	35,82	7,16
2	19,9	0,6	47,76	9,55
3	19	2	85,76	17,15
4	9,98	6	145,64	29,13
5	10,4	6	208,04	41,61
6	9,88	3,6	243,61	48,72

Определяем дополнительное вертикальное давление по подошве фундамента

$$p_0 = p - \sigma_{zg,1} = 164.7 - 35.82 = 128.9 \text{ кПа}$$

Разбиваем толщу под подошвой фундамента на элементарные подслои толщиной $\Delta_i = 0.4b_f = 0.4 \cdot 1.2 = 0.48 \text{ м}$

Величину общей осадки определяем по формуле

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i}^{cp} \Delta_i}{E_{0,i}}$$

Дополнительные напряжения в грунте от взаимного влияния фундаментов вычисляем методом угловых точек

$$\sigma_{zp,i}^{don} = (\alpha_i^I - \alpha_i^{II}) p_0,$$

где p_0 - давление по подошве ФМЗ-2, $p_0 = 275 \text{ кПа}$

Расчет выполняем в табличной форме

ξ_i^I	ξ_i^{II}	α_i^I	α_i^{II}	$\sigma_{zp,i}^{don}$
0.00	0.00	0.250	0.250	0.00
0.36	0.74	0.245	0.222	12.65
0.44	0.92	0.242	0.207	19.25
0.71	1.48	0.225	0.158	36.85
1.07	2.22	0.196	0.109	47.85
1.42	2.95	0.168	0.076	50.60
1.78	3.69	0.141	0.055	47.30
1.93	4.00	0.132	0.048	46.20
2.13	4.43	0.120	0.041	43.45
2.49	5.17	0.102	0.032	38.50
2.84	5.91	0.087	0.025	34.10
3.20	6.65	0.075	0.020	30.25
3.56	7.38	0.064	0.017	25.85
3.91	8.12	0.056	0.014	23.10
4.27	8.86	0.049	0.012	20.35

Расчет осадок ведем в табличной форме

№ ИГЭ	Наименование грунта и его состояние	Мощность слоя, h_i	Δ_i , м	z_i , м	ξ_i	α_i	$\sigma_{zp,i}$, кПа	$\sigma_{zp,i}^{don}$, кПа	$\sigma_{zp,i}^{\Sigma}$, кПа	$\sigma_{zp,i}^{cp}$, кПа	$E_{0,i}$, кПа
ИГЭ-1	Суглинок тугопластичный	2.4	0.00	0.00	0.00	1.000	128.90	0.00	128.90	122.34	14000
			0.48	0.48	0.80	0.800	103.12	12.65	115.77	112.82	
			0.12	0.60	1.00	0.703	90.62	19.25	109.87	102.30	
ИГЭ-2	Глина полутвердая	2	0.36	0.96	1.60	0.449	57.88	36.85	94.73	87.85	18000
			0.48	1.44	2.40	0.257	33.13	47.85	80.98	76.10	
			0.48	1.92	3.20	0.160	20.62	50.60	71.22	66.22	
			0.48	2.40	4.00	0.108	13.92	47.30	61.22	59.77	
			0.20	2.60	4.33	0.094	12.12	46.20	58.32	55.85	
ИГЭ-	Песок средней	6	0.28	2.88	4.80	0.077	9.93	43.45	53.38	49.68	28000

3	крупности, средней плотности, насыщенной водой	0.48	3.36	5.60	0.058	7.48	38.50	45.98	42.94	BC
		0.48	3.84	6.40	0.045	5.80	34.10	39.90	37.40	
		0.48	4.32	7.20	0.036	4.64	30.25	34.89	32.24	
		0.48	4.80	8.00	0.029	3.74	25.85	29.59	27.89	
		0.48	5.28	8.80	0.024	3.09	23.10	26.19	24.56	
		0.48	5.76	9.60	0.020	2.58	20.35	22.93		

$$S_1 = \frac{0.8}{14000} (122.34 \cdot 0.48 + 112.82 \cdot 0.12) = 0.00413 \text{ м}$$

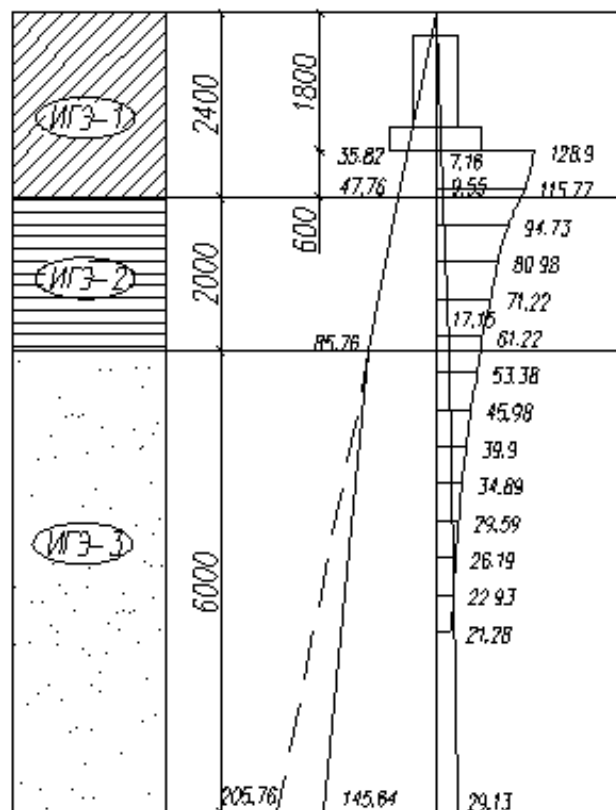
$$S_2 = \frac{0.8}{18000} (102.3 \cdot 0.36 + [87.85 + 76.1 + 66.22] \cdot 0.48 + 59.77 \cdot 0.2) = 0.00708 \text{ м}$$

$$S_3 = \frac{0.8}{28000} (55.85 \cdot 0.28 + 0.48 \cdot [49.68 + 42.94 + 37.4 + 32.24 + 27.89 + 24.56]) = 0.00339 \text{ м}$$

Общая осадка

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + S_3 = 0.00413 + 0.00708 + 0.00339 = 0.0146 \text{ м} < S_u = 0.12 \text{ м}$$

Условие выполняется.



3.4.2 Вычисление вероятной осадки фундамента (ФМЗ-2)

Вычисление вероятной осадки ФМЗ-2 в сечении II-II производится методом послойного суммирования.

Вычисляем ординаты эпюр природного давления σ_{zg} (вертикальные напряжения от действия собственного веса грунта) и вспомогательной $0.2\sigma_{zg}$ по формуле

$$\sigma_{zgi} = \sigma_{zgi-1} + \gamma_{\text{III}} h_i$$

Расчет ведем в табличной форме

Точка	γ_{III}	h_i	σ_{zg}	$0.2\sigma_{zg}$
0	-	-	0	0
1	19,9	1,8	35,82	7,16
2	19,9	0,6	47,76	9,55
3	19	2	85,76	17,15
4	9,98	6	145,64	29,13
5	10,4	6	208,04	41,61
6	9,88	3,6	243,61	48,72

Определяем дополнительное вертикальное давление по подошве фундамента

$$p_0 = p - \sigma_{zg,0} = 313 - 37.7 = 275 \text{ кПа}$$

Разбиваем толщу под подошвой фундамента на элементарные подслои толщиной $\Delta_i = 0.4b_f = 0.2 \cdot 2.7 = 0.54 \text{ м}$

Величину общей осадки определяем по формуле

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i}^{cp} \Delta_i}{E_{0,i}}$$

Дополнительные напряжения в грунте от взаимного влияния фундаментов вычисляем методом угловых точек

$$\sigma_{zp,i}^{don} = (\alpha_i^I - \alpha_i^{II}) p_0,$$

где p_0 - давление по подошве ФМЗ-1, $p_0 = 128.9 \text{ кПа}$

Расчет выполняем в табличной форме

ξ_i	α_i^I	α_i^{II}	$\sigma_{zp,i}^{don}$
0.00	0.250	0.250	0.00
0.90	0.212	0.210	0.52
1.00	0.204	0.201	0.77
1.80	0.148	0.139	2.32
2.70	0.106	0.090	4.12
3.60	0.080	0.061	4.90
4.33	0.065	0.046	4.90
4.50	0.062	0.044	4.64
5.40	0.050	0.032	4.64
6.30	0.040	0.025	3.87
7.20	0.033	0.019	3.61
8.10	0.028	0.016	3.09
9.00	0.024	0.013	2.84
9.90	0.020	0.011	2.32
10.80	0.017	0.009	2.06

Расчет осадок ведем в табличной форме

№ ИГЭ	Наименование грунта и его состояние	Δ_i , м	z_i , м	ξ_i	α_i	$\sigma_{zp,i}$, кПа	$\sigma_{zp,i}^{don}$, кПа	$\sigma_{zp,i}^{\Sigma}$, кПа	$\sigma_{zp,i}^{cp}$, кПа	$E_{0,i}$, кПа	Δ_i , м
ИГЭ-1	Суглинок тугопластичный	2.4	0.00	0.00	0.00	1.000	275.00	0.00	275.00	269.76	14000
			0.54	0.54	0.40	0.960	264.00	0.52	264.52	262.44	
			0.06	0.60	0.44	0.944	259.60	0.77	260.37	241.35	
ИГЭ-2	Глина полутвердая	2	0.48	1.08	0.80	0.800	220.00	2.32	222.32	196.55	18000
			0.54	1.62	1.20	0.606	166.65	4.12	170.77	149.57	
			0.54	2.16	1.60	0.449	123.48	4.90	128.37	115.59	
			0.44	2.60	1.93	0.356	97.90	4.90	102.80	99.92	
ИГЭ-3	Песок средней крупности, средней плотности, насыщен водой	6	0.10	2.70	2.00	0.336	92.40	4.64	97.04	86.18	28000
			0.54	3.24	2.40	0.257	70.68	4.64	75.32	67.23	
			0.54	3.78	2.80	0.201	55.28	3.87	59.14	53.38	
			0.54	4.32	3.20	0.160	44.00	3.61	47.61	43.36	
			0.54	4.86	3.60	0.131	36.03	3.09	39.12	35.83	
			0.54	5.40	4.00	0.108	29.70	2.84	32.54	29.94	
			0.54	5.94	4.40	0.091	25.03	2.32	27.35	25.29	
			0.54	6.48	4.80	0.077	21.18	2.06	23.24		BC

$$S_1 = \frac{0.8}{14000} (269.76 \cdot 0.54 + 262.44 \cdot 0.06) = 0.009 \text{ м}$$

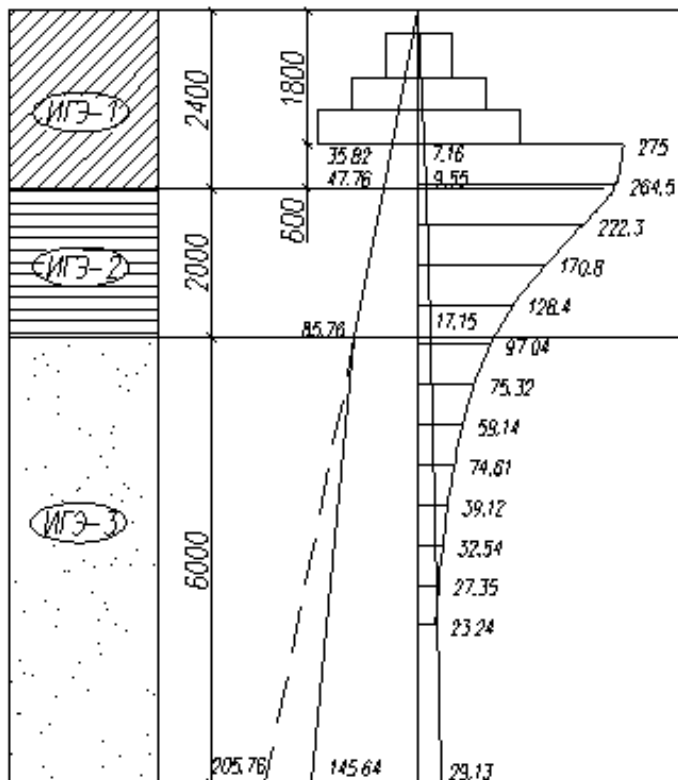
$$S_2 = \frac{0.8}{18000} (241.35 \cdot 0.48 + 196.55 \cdot 0.54 + 149.57 \cdot 0.54 + 115.59 \cdot 0.44) = 0.0157 \text{ м}$$

$$S_3 = \frac{0.8}{28000} (99.92 \cdot 0.1 + [86.18 + 67.23 + 53.38 + 43.36 + 35.83 + 29.94 + 25.29] \cdot 0.54) = 0.0055 \text{ м}$$

Общая осадка

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + S_3 = 0.0009 + 0.0157 + 0.0055 = 0.03 \text{ м} < S_u = 0.12 \text{ м}$$

Условие выполняется.



4.1 Проект производства работ

4.1.1 Технология производства работ

Организация работ по возведению несущих конструкций и перекрытий пятиэтажной части рассмотрим на примере одного этажа:

- 1) монтаж колонн
- 2) монтаж ригелей
- 3) монтаж прогонов
- 4) укладка профнастила
- 5) укладка арматурных сеток
- 6) подача и укладка бетона

Одноэтажная часть возводится в следующей последовательности:

- 1) монтаж колонн
- 2) монтаж ригелей
- 3) монтаж прогонов
- 4) монтаж профнастила

а) Монтаж колонн

Перед установкой колонн должна быть проверена и смазана резьба анкерных болтов. Проверку осуществлять наворачиванием гаек. Для предохранения резьбы при опускании колонны во время наводки на резьбу надеть предохранительные колпачки из кровельной стали или газовых труб с конусным верхом для облегчения прохождения в отверстия плиты.

Устанавливают колонны на выверенные гайки. Гайки наворачивать с требуемой точностью установки верхней поверхности. Поднятую колонну устанавливать, опирая на навернутые гайки и совмещая риски на колонне с разбивочными осями. Положение колонны по вертикали обеспечивается точностью установки гаек и при необходимости может быть выправлено их подкручиванием. После установки положение колонны фиксировать постановкой шайб и закреплением плиты вторыми гайками, которые зажимают опорные плиты и обеспечивают устойчивость колонны. Выверенные колонны подлить мелкозернистым бетоном.

Перед монтажом колонны разложить вдоль ряда их установки на деревянные прокладки под углом. До подъема колонны обстроить подмостями: лестницами и площадками, а также монтажными стяжными приспособлениями.

Монтаж осуществлять без перемещения крана поворотом стрелы. Стоянку располагать так, чтобы вылет стрелы позволял, повернув колонну в вертикальное положение без его изменения, поставить ее на фундамент. При одновременном подъеме колонны и повороте стрелы возможно опасное отклонение подъемного полиспаста от вертикали. Все операции выполнять на минимальной скорости.

Строповку производить выше центра центра тяжести, чтобы после подъема она заняла вертикальное положение. Для обеспечения вертикального положения колонны при ее установке строп должен быть закреплен по оси центра тяжести колонны или охватывать ее с двух сторон. Крепить строп за специальные предусмотренные отверстия.

Все работы по выверке производить до расстроповки колонн и их закрепления. Необходимую проверку вертикальности выполнять двумя теодолитами.

б) Монтаж ригелей и прогонов

Монтаж осуществлять отдельными элементами. Предварительно на элементы необходимо нанести риски. Ригели монтировать на опорные пластины, закрепить на вертикальных пластинах монтажными болтами. Нижний пояс, вертикальные ребра, верхнюю пластину закрепить монтажной сваркой. После выполнения всех необходимых сварных швов монтажные болты удалить. Прогоны по завершении выверки закрепить монтажной сваркой.

Строповку осуществлять двухветвевым стропом, закрепляя концы захвата за верхний пояс. Также возможна строповка двухветвевым стропом "на удав" с закреплением замком с дистанционной расстроповкой. Трос выдерживания штыря замка закрепить на концах элементов у места их крепления.

Раскладку ригелей и прогонов выполнять вдоль ряда их установки на деревянные прокладки под углом.

в) Монтаж стального профилированного настила

Между собой листы настила соединять внахлестку комбинированными заклепками. К прогонам и ригелям настил крепит самонарезающими болтами.

Листы настила укладывать вдоль линии фронта работ. Укладывать пакеты листов на подкладки, а сверху закрыть водозащитным материалом. Монтаж настила осуществлять после завершения монтажа и закрепления всех нижележащих конструкций.

Строповку осуществлять с применением траверс и захватов, которые заводят под волну настила. Укладку производить от одного конца к другому, от края к середине. Для установки болтов по месту просверливать отверстия, в которые ввернуть болт до отказа.

4.1.2 Выбор типа крана и их привязка к объекту

В зависимости от габаритных размеров возводимого здания и условий стройплощадки (расстояния до существующих сооружений) принимаем вариант установки одного башенного крана для монтажа пятиэтажной части,

устанавливаемого с боковой стороны возводимой части. Для возведения одноэтажных частей принимаем стреловые самоходные гусеничные краны.

Выбор и привязка крана выполняется с учетом монтажа конструкций или подъема грузов в таре наибольшей массы Q , на наибольшем удалении (наибольшем рабочем вылете крюковой подвески крана - $R_{\text{раб}}$) от оси кранового рельсового пути и при наибольшей высоте подъема груза - $H_{\text{раб}}$.

Расчет основных рабочих параметров крана: грузоподъемности, вылета и высоты подъема крюка производится аналитически по массам наибольших грузов, наибольшим расстояниям и высотам их подъема от оси кранового пути и отметки головок рельсов с учетом грузозахватных устройств, размеров зон безопасности и размеров грузов (тары).

4.1.2.1 Расчет башенного крана

1) Определяем наименьшую высоту подъема крюка

$$H_{\text{кр}} = h_0 + h_3 + h_3 + h_{\text{стр}}, \text{ где}$$

h_0 - расстояние от уровня стоянки крана до наивысшей монтажной отметки,

$$h_0 = 63.6 \text{ м}$$

h_3 - высота запаса проноса конструкции над опорой, $h_3 = 0.5 \text{ м}$

h_3 - высота последнего монтажного элемента, $h_3 = 0.6 \text{ м}$

$h_{\text{стр}}$ - высота строповки элемента, $h_{\text{стр}} = 4.2 \text{ м}$

$$H_{\text{кр}} = 63.6 + 0.5 + 0.6 + 4.2 = 68.9 \text{ м}$$

2) Определение требуемой грузоподъемности

Наиболее тяжелым элементом является ригель - $q_{\text{эл}} = 1.73 \text{ т}$

Тогда требуемая грузоподъемность крана

$$Q = q_{\text{эл}} + q_{\text{стр}}, \text{ где}$$

$q_{\text{стр}}$ - масса строповочных устройств, $q_{\text{стр}} = 0.94 \text{ т}$

$$Q = 1.73 + 0.94 = 2.67 \text{ т}$$

3) Определение требуемого вылета крюка

Требуемый вылет крюка определяем по формуле

$$L_{\text{кр}} = a/2 + b + ш, \text{ где}$$

a - расстояние между крановыми рельсовыми путями, $a = 4.5 \text{ м}$

b - минимально допустимое расстояние от края возводимой части до оси рельса, $b = 1.5 \text{ м}$

$ш$ - ширина возводимой части, $ш = 19 \text{ м}$

$$L_{\text{кр}} = 4.5/2 + 1.5 + 19 = 23.25 \text{ м}$$

Конкретный тип и марка кранов выбирается с учетом полученных аналитических результатов по диаграмме технических параметров крана: грузоподъемности, вылету, высоте подъема крюка при обязательной сверке допус-

тимости полученных величин грузовых моментов для всех учтенных грузов с его грузовой характеристикой с целью обеспечения грузовой устойчивости.

Таблица наибольших грузов, расстояний и высот

Наименование грузов	Масса груза, т	Требуемая высота подъема	Наибольший вылет крюка, м	Грузовой момент, т·м
Колонна	0,979	61,7	21,75	21,29
Ригель	1,64	67,35	14,25	23,37
Прогон	0,21	64,85	21,75	4,57
Профнастил	0,54	66,85	19	10,26

Принимаем для возведения 17-этажной части башенный кран КБ-504.1.

4.1.2.2 Расчет стреловых кранов

1) Определяем наименьшую высоту подъема крюка

$$H_{кр} = h_0 + h_3 + h_3 + h_{стр}, \text{ где}$$

h_0 - расстояние от уровня стоянки крана до наивысшей монтажной отметки,

$$h_0 = 4.2 \text{ м}$$

h_3 - высота запаса проноса конструкции над опорой, $h_3 = 0.5 \text{ м}$

h_3 - высота последнего монтажного элемента, $h_3 = 0.5 \text{ м}$

$h_{стр}$ - высота строповки элемента, $h_{стр} = 4.2 \text{ м}$

$$H_{кр} = 4.2 + 0.5 + 0.5 + 4.2 = 9.4 \text{ м}$$

2) Определение требуемой грузоподъемности

Наиболее тяжелым элементом является ригель - $q_{эл} = 0.9 \text{ т}$

Тогда требуемая грузоподъемность крана

$$Q = q_{эл} + q_{стр}, \text{ где}$$

$q_{стр}$ - масса строповочных устройств, $q_{стр} = 0.94 \text{ т}$

$$Q = 0.9 + 0.94 = 1.84 \text{ т}$$

3) Определение требуемого вылета крюка

Требуемый вылет крюка определяем графическим путем

$$L_{кр} = 6 \text{ м}$$

Конкретный тип и марка кранов выбирается с учетом полученных аналитических результатов по диаграмме технических параметров крана: грузоподъемности, вылету, высоте подъема крюка при обязательной сверке допустимости полученных величин грузовых моментов для всех учтенных грузов с его грузовой характеристикой с целью обеспечения грузовой устойчивости.

Таблица наибольших грузов, расстояний и высот

Наименование грузов	Масса груза, т	Требуемая высота подъема	Наибольший вылет крюка, м	Грузовой момент, тм
Колонна	0,69	6,9	6,7	4,62
Ригель	0,96	10,7	6	5,76
Прогон	0,21	8,2	9	1,89
Профнастил	0,54	10,2	9	4,86

Принимаем для возведения одноэтажных частей два стреловых самоходных гусеничных крана РДК-25.2.

4.2 Проектирование календарного графика

Календарный план строительства на основе общей организационно-технической схемы устанавливает очередность и сроки строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений.

По данным календарного плана строительства строят графики потребности в рабочих кадрах, материальных ресурсах, основных машинах и механизмах. Объемы СМР и потребность в деталях, полуфабрикатах и основных материалах определяют по данным типовых проектов, проектов аналогов или по действующим справочниками расчетным нормативам.

Исходными данными для составления календарного плана являются: сметная и другие части проекта (РП), в том числе отдельные разделы ПОС, разработанные до составления календарного плана, ведомости объемов работ, расчеты необходимых ресурсов, организационно-технологические схемы возведения основных зданий и сооружений и описание методов сложных СМР, нормативные или директивные (установленные) сроки строительства комплекса и его частей.

Основой построения календарных планов является принцип поточного строительства. Для ускорения производства работ целесообразным является совмещение работ. Правильное совмещение работ по времени позволяет добиться условий, при которых снижается не только продолжительность строительства, но и достигается более рациональное использование ресурсов, как материальных, так и трудовых. Организация поточного производства в строительстве предусматривает:

- а) расчленение процесса производства на отдельные работы, предпочтительно равные или кратные по трудоемкости
- б) установление целесообразной последовательности выполнения работ и соединение взаимосвязанных работ в общей совокупный процесс, и их синхронизация, чем достигается непрерывность строительного производства
- в) закрепление отдельных видов работ за определенными бригадами рабочих, установление последовательности включения в поток отдельных объектов и движение бригад в процессе выполнения работ

4.3 Строительный генеральный план

4.3.1 Основные принципы проектирования

Стройгенпланом называется генеральный план площадки, на котором показана расстановка основных монтажных и грузоподъемных механизмов, временных зданий, сооружений и установок, возводимых и использованных в период строительства.

Стройгенплан является частью комплексной документации на строительство и его решения должны быть увязаны с остальными разделами проекта, в том числе с принимаемой технологией работ и сроками строительства, установленными графиками. Решения стройгенплана должны отвечать требованиям строительных нормативов. Решения стройгенплана должны обеспечивать рациональное прохождение грузопотоков по площадке путем сокращения числа перегрузок и уменьшения расстояния перевозок. Эти требования, прежде всего, относятся к особо тяжелым грузам. Правильное размещение монтажных механизмов, складов - основное решение этой задачи. Стройгенплан должен обеспечивать наиболее полное удовлетворение бытовых нужд работников строительства, принятые решения должны отвечать требованиям техники безопасности, пожарной безопасности и условиям охраны окружающей среды.

Затраты на временное строительство должны быть минимальными. Их сокращение достигается использованием постоянных объектов, уменьшением объема временных зданий. Объектный стройгенплан проектируют отдельно на все виды строящихся зданий и сооружений, входящих в состав общестроительного стройгенплана. Для сложных объектов стройгенплан может составляться на различные этапы и виды работ.

Исходными данными для разработки объектного стройгенплана служат общеплощадочный стройгенплан, выполненный на предыдущей стадии проектирования, календарный план и технологические карты, ППР данного объекта, уточненные расчеты потребности в ресурсах, а также рабочие чертежи здания.

При проектировании объектного стройгенплана недостаточно определить габариты складских помещений в зоне действия грузоподъемного механизма, следует выполнить раскладку и сборку конструкций по типам и маркам, точно показать место под те или иные материалы, тару, оснастку и инвентарь. После размещения складов переходят к привязке временных строений. Следующим этапом проектирования является привязка временных коммуникаций, включая место подключения к постоянным коммуникациям.

4.3.2 Расчет и проектирование временных инвентарных зданий

Определение площадей временных зданий и сооружений производится по максимальной численности работающих (по календарному плану) одно-

временно на строительной площадке и нормативной площади на одного человека, пользующегося данными помещениями.

Численность работающих определяется по формуле

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{ИТР}} + N_{\text{МОП}}, \text{ где}$$

$N_{\text{раб}}$ - численность рабочих, принимаемая по графику движения рабочих календарного плана, $N_{\text{раб}} = 105$

$N_{\text{ИТР}}$ - численность инженерно-технических работников

$$N_{\text{ИТР}} = 0.13 \cdot N_{\text{раб}} = 0.13 \cdot 105 = 14$$

$N_{\text{МОП}}$ - численность младшего обслуживающего персонала

$$N_{\text{МОП}} = 0.02 \cdot N_{\text{раб}} = 0.02 \cdot 105 = 2$$

$$N_{\text{общ}} = 105 + 14 + 2 = 121$$

Потребность в инвентарных зданиях

№ п/п	Наименование	Числ-ть персонала	Норма на одного		Расч. площадь	Принятые размеры
			ед изм.	велич		
1	Гардеробная	105	м ² /чел	0,9	94.5	6х3 – 5шт
2	Помещение отдыха и приема пищи	121		1	121	9х3 – 5шт
3	Умывальня	121		0,05	6	2х3 – 1шт
4	Душевая	105		0,43	45	4.5х3 – 1шт
5	Туалет	121		0,07	9	1,5х1,5 – 4шт
6	Сушильня	121		0,2	24	4х3 – 2шт
7	Прорабская	14		4,8	67	6х3 – 4шт
8	Диспетчерская	2		7	14	6х3 – 1шт

4.3.3 Размещение временных зданий и сооружений

При размещении зданий и сооружений руководствуются следующими правилами:

- бытовые сооружения размещают вблизи входов на строительную площадку
- размещение бытовых помещений исключает нарушение техники безопасности, не производится в опасной зоне крана
- здания располагаются с соблюдением пожарных разрывов

4.3.4 Расчет складских помещений и площадок

Расчет площадей складов производится в следующей последовательности:

- 1) По календарному плану определяется максимальная суточная потребность с учетом неравномерности поступления и потребления материалов и конструкций
- 2) Определяется запас хранимых материалов

- 3) Выбирается тип хранения
- 4) Рассчитывается потребная площадь (с учетом норм размещения)
- 5) Выбирается место для склада на строительной площадке
- 6) Производится привязка складов
- 7) Осуществляется поэлементное размещение конструкций и изделий на открытых складах

Склады для хранения материально-технических ресурсов сооружаются с соблюдением нормативов складских помещений и норм производственных запасов.

Расчет общей площади склада для каждого отдельного вида конструкций или материалов производят по формуле

$$S_{mp} = \frac{P}{Tq} n k_1 k_2, \text{ где}$$

P - количество потребных материалов и изделий

T - продолжительность расходования данного материала, дн

n - норма запаса материала, конструкций или изделия, дн

k_1 - коэффициент неравномерности поступления материала на склад, $k_1 = 1.1$

k_2 - коэффициент неравномерности потребления материалов, $k_2 = 1.3$

q - количество материала, укладываемого на 1 м^2 площади

Результаты расчета приобъектных складов сведены в таблицу

№	Наименование	Тип склада	Площадь склада, м ²	Размеры склада, м	Способ хранения
1	Склад колонн	открытый	21,6	3x7,2 – 1шт	штабели
2	Склад ригелей	открытый	123	4,1x15 – 2шт	штабели
3	Склад прогонов	открытый	216	6x6 – 3шт	штабели
4	Склад профнастила	открытый	12	1x6 – 2шт	пакет

Площадки для складирования строительных конструкций располагаются в зоне действия кранов с учетом технологической последовательности монтажа. Размеры площадок принимаются соответственно габаритам конструкций с учетом проходов.

4.3.5 Расчет потребности строительства в воде

Сети временного водопровода предназначены для удовлетворения производственных, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд строительства.

Размещать водопровод на объекте надо по кольцевой схеме, которая является наиболее надежной. Проектирование состоит из следующих этапов:

- расчет потребности в воде
- выбор источников водоснабжения
- размещение сети на площадке
- расчет диаметра трубопровода

Период максимального водопотребления определяется по календарному плану производства работ. Общий расход воды определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \text{ где}$$

$Q_{\text{пр}}$ - расход воды на производственные нужды

$Q_{\text{хоз}}$ - расход воды на хозяйственно-бытовые нужды

$Q_{\text{пож}}$ - расход воды на противопожарные нужды

Расход воды на производственные нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = 1.2 \sum \frac{V_{\text{см}} q_{\text{ср}} k_1}{8 \cdot 3600}, \text{ где}$$

$V_{\text{см}}$ - сменный объем работы в натуральном измерении

1.2 - коэффициент на неучтенные расходы

$q_{\text{ср}}$ - средний производственный расход воды в смену

k_1 - коэффициент неравномерности потребления воды в смену, $k_1 = 1.6$

8 – количество часов в смену

Расход воды на производственные нужды

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во в смену	Удельн. расх.	К-т не-равн.	Расход воды, л/с
Автомашина	шт	10	300	1,6	0,20
Штукатурные работы	м ²	57,9	8	1,6	0,03
Малярные работы	м ²	236,6	1	1,6	0,02

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяется по формуле:

$$Q_{\text{хоз}} = \left(\frac{N_{\text{max}}}{3600} \right) \left[\frac{q_1 k_2}{8} + q_2 k_3 \right], \text{ где}$$

N_{max} - наибольшее количество работающих в смену, $N_{\text{max}} = 105$

q_1 - норма потребления воды на 1 чел. в смену, $q_1 = 15 \text{ л}$

q_2 - норма потребления воды на прием одного душа, $q_2 = 30 \text{ л}$

$k_3 = 0.4$

k_2 - коэффициент неравномерности потребления воды, $k_2 = 1.25$

$$Q_{\text{хоз}} = 105 / 3600 \cdot (15 \cdot 1.25 / 8 + 30 \cdot 0.4) = 0.42 \text{ л/с}$$

Расход воды на противопожарные нужды принимают исходя из трехчасовой продолжительности тушения одного пожара. Минимальный расход воды определяют из расчета одновременного действия двух струй из пожарных гидрантов по 5л/с на каждую струю.

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$$

Общий расход воды:

$$Q_{\text{общ}} = 0.26 + 0.42 + 0.1 = 0.78 \text{ л/с}$$

Площадь строительной площадки 2.7 га, расход воды принимаем 10л/с.

Диаметр труб временного водопровода определяем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}}, \text{ где}$$

V - скорость движения воды по трубам, $V = 1.5 \text{ м/с}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 1000}{3.142 \cdot 1.5}} = 92 \text{ мм}$$

Диаметр трубопровода для временного водоснабжения из условий пожаротушения принимается не менее 100мм.

4.3.6 Освещение строительной площадки

На строительных площадках проектируется рабочее, аварийное и охранное освещение.

Для снабжения электроэнергией осветительных сетей применяется кольцевая схема, для снабжения силовых механизмов – тупиковая.

Количество прожекторов определяется по формуле

$$n = \frac{pES}{P_{\lambda}}, \text{ где}$$

p - удельная мощность

E - освещенность

S - площадь, подлежащая освещению

P_{λ} - мощность лампы прожектора

Охранное освещение

$$n = 0.4 \cdot 0.5 \cdot 27000 / 500 = 11$$

Аварийное освещение

$$n = 0.4 \cdot 0.2 \cdot 27000 / 500 = 5$$

4.3.7 Обеспечение строительства электроэнергией

Расчет производим в следующей последовательности:

- определяем потребители энергии и их мощность
- выбираем источник электроснабжения электроэнергией

Расчет по установленной мощности электроприемников и коэффициентам спроса с дифференциацией по видам потребителей производим по формуле

$$P_p = a \cdot \left[\sum \left(\frac{k_{1c} P_c}{\cos \varphi} \right) + \sum \left(\frac{k_{2c} P_T}{\cos \varphi} \right) + \sum k_{3c} P_{OB} + \sum P_{OH} \right], \text{ где}$$

a - коэффициент, учитывающий потери в сети, $a = 1.05$

k_{1c}, k_{2c}, k_{3c} - коэффициенты спроса, зависящие от числа потребителей

P_c - мощность силовых потребителей

P_T - мощность для технологических нужд

$P_{ОВ}$ - мощность устройств внутреннего освещения

$P_{ОН}$ - то же, наружного освещения

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Уд. мощн.	Коэф. спроса	Коэф. мощн.	Устан. мощн.
Силовая электроэнергия:						
Кран стреловой РДК-25.2	шт	2	50	0,7	0,5	35
Сварочный трансформатор	шт	2	300	0,35	0,6	126
Итого						161
Внутреннее освещение:						
Адм. и быт. помещения	м ²	339	0,015	0,8	1	4,07
Душевые и туалеты	м ²	42	0,003	0,8	1	0,10
Итого						4,17
Наружное освещение:						
Территория строительства	100м ²	270	0,015	1	1	4,05
Итого						4,05
Всего						169,22

Принимаем трансформаторную подстанцию СКТП-180/10/6/0,4 мощностью 180кВт.

4.4 Технологическая карта на устройство навесного вентилируемого фасада

4.4.1 Область применения

Технологическая карта разработана на устройство вентилируемых фасадов.

Вентилируемая фасадная система состоит из следующих конструктивных элементов:

- крепежных кронштейнов, закрепленных к стене облицовываемого фасада и служащих для крепления вертикальных направляющих
- термоизоляционного слоя, выполняющего роль утеплителя и ветрозащиты стен здания
- горизонтальных и вертикальных направляющих, являющихся составной частью каркаса
- облицовочного слоя – основной ограждающей и декоративной конструкции фасада

Работы по устройству вентилируемого фасада выполняются при температуре от минус 15 до плюс 25°С. При выполнении работ в неблагоприятных погодных условиях рабочие места следует защищать навесами или тентами.

В составе технологической карты рассмотрены следующие вопросы:

- подготовительные работы
- монтаж кронштейнов
- утепление фасадов
- устройство несущего каркаса
- устройство наружной облицовки

Режим труда принят из условия оптимального темпа выполнения трудовых процессов, при рациональной организации рабочего места, четкого распределения обязанностей между рабочими бригады с учетом распределения труда, применения механизированного инструмента и инвентаря.

Все работы по устройству фасадной системы производятся в соответствии с требованиями проектной документации, ППР, и данной ТК.

4.4.2 Технология и организация выполнения работ

4.4.2.1 Требования к качеству предшествующих работ

До начала монтажных работ должны быть выполнены следующие работы:

- закончены общестроительные работы на фасадах, подлежащих утеплению
- на основании исполнительной съемки выполнить обмерочные чертежи участков фасада здания, на которых указать:
 - а) отклонение линий плоскостей несущих конструкций, стен, перекрытий, парапетов
 - б) особенности рельефа облицовываемых конструкций и примыкающих элементов фасадов, выступы, перепады, оконные и дверные проемы, архитектурные особенности, вентиляционные решетки, витражи, уступы, места примыкания к системным конструкциям
 - в) отклонение в криволинейности радиальных конструкций монтируемых фасадов и сложных конструкций здания
- выполнена разметка фасада
- с фасадов должны быть демонтированы осветительные приборы, удалены подоконные сливы, фонари или прожекторы освещения

Для выполнения работ по монтажу системы необходимо подготовить средства подмащивания (леса).

При установке лесов стойки должны опираться на стальные башмаки и крепиться к фасаду анкерами через один узел по вертикали и горизонтали. Зазор между рабочим настилом и облицовкой не должен превышать 150 мм.

Перед началом работ по монтажу вентилируемых фасадов с облицовкой фасадными кассетами следует подготовить материалы, инструменты и оборудование в соответствии со спецификациями. Проверка качества материалов является обязанностью подрядчика. Контроль качества и приемку выполненных работ следует выполнять в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

До начала работ по монтажу вентилируемых фасадов должны быть подготовлены тенты для защиты утеплителя и конструкций здания от атмосферных осадков, навесы безопасности, огорожены опасные зоны, установлены, испытаны и приняты средства подмащивания.

Для выполнения работ по монтажу системы на одной захватке принята бригада в составе:

- монтажник строительных конструкций 5 разряда - 1 чел.
- монтажник строительных конструкций 4 разряда - 1 чел.
- монтажник строительных конструкций 3 разряда - 1 чел.

Необходимо провести обучение рабочих способам производства работ, ознакомить их с организацией площадки, данной технологической картой, провести инструктаж по технике безопасности и проинструктировать по безопасным методам производства работ.

Для выполнения работ по монтажу системы здание разбивают на захватки и определяют порядок и последовательность перемещения монтажников с одной захватки на другую.

4.4.2.2 Монтаж системы вентилируемых фасадов

1) Разметка поверхности и монтаж кронштейнов

Монтаж системы начинают с разметки фасада. Ее следует выполнять отдельным потоком на всем фронте работ.

Геодезическую съемку и разметку фасада необходимо производить с помощью геодезических приборов, высокоточных уровней с большой базой, отвесов. Разметка мест установки кронштейнов подсистемы должна быть выполнена в строгом соответствии с проектной документацией. Погрешности, допущенные при выполнении разметки, неизбежно приведут к отклонениям параметров системы. Правильность разметки должна контролироваться постоянно.

Перед выполнением разметки следует проверить габаритные размеры фасадов и сравнить с данными, указанными в чертежах, также должны быть проверены приведенные в чертежах размерные цепочки и их привязка к характерным элементам стены фасада. Разметка выносится на поверхность стены с помощью оптических приборов и закрепляется несмываемой краской.

Размещение кронштейнов на фасаде стены производят, как правило, с шагом в пределах: по вертикали от 600 до 1200 мм, по горизонтали от 350 до 800 мм, отступая от края стены не менее 100 мм до оси кронштейна.

После разметки фасада в местах крепления кронштейнов сверлят отверстия под анкерные крепления и монтируют к стене кронштейны. Для снижения теплопотерь и устранения мостика «холода», в местах примыкания кронштейнов к стене под них устанавливают паронитовую прокладку. Сверление следует выполнять при помощи электродрели по нанесенным меткам.

Применение крепежных элементов, отличных от указанных в проектной документации, не допускается.

Диаметр отверстий должен соответствовать типу применяемого дюбеля (анкера), глубина отверстий должна превышать не менее чем на 15 мм длину заделки дюбеля в стену. В случаях, когда основанием служит кладка, нельзя устанавливать дюбели в швы кладки, при этом расстояние от центра дюбеля до ложкового шва должно быть не менее 35 мм, а от тычкового - 60 мм.

Конструкция кронштейнов допускает выравнивание плоскости обрешетки до 30 мм для создания ровной поверхности под облицовку.

Кронштейны крепят к стене анкерами, подобранными в соответствии с материалом стены, с использованием шайбы. Крепление осуществляется одним или двумя анкерами (по расчету).

2) Монтаж плит утеплителя

Стену, на которой происходит монтаж плит утеплителя, необходимо укрыть от попадания влаги.

Монтаж плит утеплителя ведется снизу вверх. Плиты утеплителя должны устанавливаться плотно друг к другу, чтобы не было пустот в швах. Если избежать пустот не удастся, то они должны быть заделаны тем же материалом.

Для крепления плит утеплителя к основанию применяют пластмассовые дюбель-анкера тарельчатого типа с распорными стержнями. Длина дюбелей зависит от толщины утеплителя, расход не менее 7 шт. на 1 м². Для установки дюбель-анкеров плита должна быть предварительно прорезана и в стене просверлено отверстие.

Диаметр просверленного отверстия должен соответствовать наружному диаметру втулки дюбель-анкерного устройства.

В случае применения ветровлагозащитной пленки, установленные плиты утеплителя сначала крепят 2 дюбелями (каждая плита) и только после укрытия пленкой устанавливают остальные, предусмотренные проектом. Полотнища пленки устанавливаются с перехлестом 100 мм.

Крепление плиты утеплителя, закрепленные дюбель-анкерными устройствами необходимо сдать Заказчику с составлением акта на скрытые работы.

3) Установка профилей

Монтаж каркаса может вестись двумя способами:

Профиль ориентированный горизонтально, должен крепиться к кронштейнам двумя самонарезающими винтами СМЭШ 2-4,8x28 или заклепками. Конструкция кронштейнов допускает выравнивание (рихтовку) горизонталь-

ной обрешетки до 30 мм для создания ровной поверхности под кассеты. Если этого недостаточно, необходимо установить кронштейны другой длины.

На сформированную горизонтальной обрешеткой плоскость необходимо смонтировать с помощью самонарезающих винтов СМЭШ2-4.8x28 основную вертикальную обрешетку из П-образного профиля. Основные профили вертикальной обрешетки монтируются по вертикальным стыкам фасадных плит, расстояние между профилями должно четко выдерживаться. При ширине плиты более 700 мм между основными профилями необходимо дополнительно установить промежуточные профили.

Компенсационный зазор между профилями должен быть 6-15 мм. Кронштейны устанавливаются по обе стороны от компенсационного зазора на расстоянии:

- не более 450 мм для вертикальных профилей;
- не более 300 мм для горизонтальных профилей.

4) Установка фасонных элементов

На вертикальную обрешетку крепятся фасонные элементы. Видимая часть основных профилей вертикальной обрешетки имеет цветное полимерное покрытие или закрывается декоративной цветной полосой.

По нижнему ряду панелей устанавливается планка горизонтального шва, которая крепится к вертикальной направляющей винтами самонарезающими, либо заклепками.

В оконных и дверных проемах устанавливаются стальные оцинкованные фасонные изделия с полимерным покрытием, образующие короба, которые крепят самонарезающими винтами или заклепками с шагом 300-500 мм к оконному или дверному блоку, с одной стороны и к обрамлению проема из Z-образных профилей с другой стороны.

Для обрамления оконных и дверных проемов также служат планки завершающие сложные, планки откосные с размерами по проекту или планки углов наружных (30x30, 50x50, 75x75 мм).

На низ оконной рамы устанавливается планка оконного слива с размерами по проекту.

4.4.3 Транспортирование и складирование изделий и материалов

Профили должны поставляться на объект в соответствии со спецификацией. Транспортирование производится в пакетах. При транспортировании должны быть приняты меры для предохранения металлопрофиля от механических повреждений.

Хранение профиля должно осуществляться в упакованном виде на деревянных подкладках в сухих закрытых складских помещениях с твердым покрытием пола. Не допускается складирование профилей на открытых площадках.

Крепежные элементы транспортируют партиями в контейнерах. Каждая упаковка должна содержать изделия одного типоразмера. Приемка крепежных элементов осуществляется партиями. При приемке проверяется целостность упаковки, маркировка, сертификат качества.

Хранить крепежные изделия необходимо в упаковке завода-изготовителя в закрытых помещениях.

Плиты утеплителя транспортируются всеми видами транспорта в соответствии с ГОСТ и правилами перевозки грузов. Их необходимо хранить в условиях, исключающих проникновение влаги.

Приемку панелей необходимо производить партиями. Партией считают панели, изготовленные по одному заказу. Для контроля показателей качества необходимо отобрать по одной панели из каждого ящика одной партии. Каждая партия отгружаемой продукции должна сопровождаться документом, содержащим:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя
- наименование потребителя
- номер заказа
- данные о количестве и номера ящиков с указанием массы каждого ящика
- данные об общей массе панелей в заказе
- штамп технического контроля предприятия-изготовителя

Панели перевозят транспортом всех видов в соответствии с правилами перевозки и условиями погрузки и крепления грузов, действующими на транспорте данного вида.

Панели при транспортировании должны быть закреплены и надежно предохранены от перемещения.

При транспортировании и хранении панели должны быть размещены не более чем в 2 яруса.

Материалы и изделия, подлежащие обязательной сертификации, должны иметь сертификат соответствия. Материалы и изделия, подлежащие гигиенической регистрации, должны иметь удостоверение о гигиенической регистрации.

4.4.4 Требования к качеству и приемке работ

Контроль качества, подписание актов на скрытые работы и акта об окончательной приемке облицованных конструкций, должны осуществляться следующими должностными лицами, несущими юридическую ответственность за качество работ.

- инженерно-технический персонал исполнителя (мастер, прораб), которые должны следить за правильным выполнением всех работ, не допускать нарушения технологии и своевременно исправлять допущенные ошибки, организовать коллективное освидетельствование и приемку скрытых работ с составлением актов;

- проектировщики - авторы проекта, которые должны следить за правильным выполнением проектных решений по составу и качеству выполнения. С этой целью на строительной площадке должен быть организован авторский надзор с ведением журнала;

- представитель технического надзора должен регулярно следить за правильностью исполнения проектных решений, соблюдением технологии производства работ, участвовать в контроле за качеством и приемке скрытых работ. Представитель технического надзора заказчика имеет право запретить производство работ в случае выявления обстоятельств, вызывающих ухудшение качества.

Качество исходных материалов и комплектующих изделий должно гарантироваться поставщиком. Параметры поставляемых деталей должны быть указаны в паспортах и должны соответствовать требованиям проекта. Производители работ должны соблюдать правила хранения, транспортировки и использования материалов.

При приемке облицовки и утепления стек должен осуществляться поэтапный приемочный контроль качества, службой контроля качества, выполнения каждого из конструктивных элементов, с записью в журнал работ и составлением актов на скрытые работы. Обязательному промежуточному освидетельствованию и приемке с составлением акта на скрытые работы подлежат следующие работы, конструкции и конструктивные элементы:

- подготовленные поверхности стен подлежащих облицовке
- несущий каркас
- утепляющий слой и крепежные элементы
- облицовка фасадными кассетами (заключительный акт)

Окончательная приемка вентилируемого фасада с облицовкой фасадными кассетами производится всеми ответственными за качество лицами в присутствии представителя заказчика и оформляется подписанием акта о приемке. К акту об окончательной приемке должны прикладываться следующие документы:

- проектная документация;
- документы, удостоверяющие качество материалов
- акты на скрытые работы
- журнал производства работ, с указанием температурных и атмосферных условий, при которых выполнялись работы.

4.5 Основные мероприятия по технике безопасности

При выполнении работ по облицовке и утеплению стен фасадов зданий следует соблюдать требования СНиП, ППБ и других нормативных документов.

Работы должны выполняться специально обученными рабочими под руководством и контролем инженерно - технических работников. К производству работ допускаются рабочие, прошедшие медицинский осмотр, ком-

плекс инструктажей по правилам техники безопасности и пожарной безопасности.

О проведении инструктажей должны быть сделаны отметки в специальных журналах с подписями проинструктированных. Журналы должны храниться на объекте или в строительной (ремонтной) организации.

Все работники должны быть обучены правилам тушения пожара и способам работы с первичными средствами пожаротушения

Рабочие должны иметь спецодежду, респираторы, каски, предохранительные пояса, безвредные моющие средства, защитные пасты и т.д., иметь квалификацию соответствующую выполняемым работам. Все работы следует производить с инвентарных средств подмащивания.

Запрещается находиться на строительной площадке или в местах складирования элементов без строительных касок

Работы по монтажу, складированию, погрузке и разгрузке длинномерных металлических конструкций (облицовочные панели) следует выполнять в рукавицах.

Все работы с минераловатными утеплителями следует выполнять в защитных очках.

К работе с механизированными ручными инструментами и механизмами допускаются рабочие, прошедшие специальную подготовку. Недопустимо применение неисправных механизмов и неисправного ручного механизированного инструмента. Перед началом смены необходимо проверить исправность средств подмащивания, механизмов, инструментов и приспособлений. Все обнаруженные дефекты должны быть устранены до начала работ. При обнаружении любых неисправностей в механизмах, средствах подмащивания и других приспособлениях работу следует немедленно прекратить.

Приспособления, предназначенные для обеспечения безопасности работающих и удобства работы (люльки, леса) должны отвечать требованиям ГОСТ, а также инструкциям по эксплуатации заводов - изготовителей.

В местах подъема рабочих на средства подмащивания должны быть вывешены плакаты с указанием величины и схемы размещения нагрузок согласно ППР и инструкций по их эксплуатации.

Установленные на строительном объекте средства малой механизации с напряжением свыше 42 В должны быть заземлены. При дожде, снеге работа с электромеханизмами и инструментом на крыше запрещается. Рубильники-пускатели должны помещаться в запирающихся кожухах. Электроподводка к машинам и инструментам должна быть заизолированной и заземленной и заключаться в специальные шланги, а соединения тщательно заизолированы.

В зоне выполнения работ запрещается присутствие посторонних.

При выполнении работ материалы не должны попадать внутрь эксплуатируемых помещений, на балконы, лоджии, проходы и проезды. В случае необходимости следует применять защитные и укрывные материалы.

Не допускается хранение и складирование материалов на средствах подмащивания, а так же в подвалах, на лестничных клетках, проходах и др. местах, доступных для посторонних.

Перед началом работ строительная площадка должна быть подготовлена в соответствии с действующими нормами и правилами, огорожена, оборудована временными зданиями, сооружениями, складами, инженерными сетями и пр. Должны быть обозначены и подготовлены места складирования баллонов с горючими газами и легковоспламеняющимися материалами

Запрещается проводить любые работы за пределами строительной площадки.

Запрещается размещение любых временных объектов в противопожарных разрывах, на эксплуатируемых проездах и проходах временные строения должны располагаться от других зданий и сооружений на расстоянии не менее 18м (кроме случаев, когда по другим нормам требуется больший противопожарный разрыв) или у противопожарных стен. Отдельные блок - контейнерные здания допускается располагать группами не более 10 в группе и площадью не более 800 м² расстояние между группами этих зданий и от них до других строений следует принимать не менее 18 м.

При производстве работ по утеплению ограждающих конструкций на площади более 1000 м², с применением горючего или трудногорючего утеплителя, для целей пожаротушения следует предусматривать устройство временного противопожарного водопровода. Расстояние между пожарными кранами следует принимать из условия подачи воды в любую точку не менее чем двумя струями с расходом 5л/с каждая. Здание и бытовые помещения должны быть обеспечены средствами пожаротушения из расчета 2 огнетушителя на 100 м² утепляемой одновременно поверхности, средствами связи для вызова пожарной службы в случае возникновения пожара

Использование первичных средств пожаротушения для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, не допускается. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться. При расстановке огнетушителей необходимо выполнять условие, что расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м. В зимнее время (при температуре воздуха ниже 1° С) огнетушители необходимо хранить в отапливаемых помещениях, на дверях которых должна быть надпись "Огнетушители".

Выполнение работ по облицовке и утеплению с использованием горючих материалов одновременно со сварочными и другими работами, использующие открытый огонь, запрещается.

Запрещается курить и пользоваться открытым пламенем в местах хранения и применения горючих материалов.

При укладке горючих материалов, а также при использовании оборудования, имеющего повышенную пожарную опасность, следует вывешивать стандартные знаки безопасности.

На месте производства работ количество горючих материалов (утеплителя) не должно превышать сменной потребности. По окончании смены, следует произвести осмотр рабочих мест и привести их в противопожарное состояние. Запрещается оставлять неиспользованный горючий материал внутри и на покрытиях здания, на средствах подмащивания, в противопожарных разрывах.

При обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) необходимо немедленно сообщить об этом в пожарную службу, принять все возможные меры по эвакуации людей, тушению пожара и обеспечению сохранности материальных ценностей.

5.1 Локальный сметный расчет на общестроительные работы

Сметная стоимость

104097304,82 руб.

Средства на оплату труда

393,85 тыс. руб.

Составлена в текущих ценах по состоянию на I квартал 2001г.

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы			Общая стоимость				Затр. тр. раб. не зан. обл. маш.	
					Всего	Эксп. маш.	Материалы	Всего	в т. ч. оплата труда	Экспл. маш.	Материалы	Обслуж-х машины	
												оплата труда	в т. ч. оплата труда
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Раздел 1. Земляные работы													
1	ТЕР01-01-036-03	Предварительная планировка площадей бульдозерами мощностью 132 (180) кВт (л.с.)	1000 м2	5,4	46,15	46,15		249,21		249,21		0,19	1,026
										12,42			
2	ТЕР01-01-003-02	Разработка грунта экскаваторами "обратная лопата" с ковшем вместимостью 0,5м3	1000 м3	9,72	3444,94	3394,64		33484,82	488,92	32995,9		6,89	66,971
					50,3	363,36				3531,86		29,98	291,406
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	ТЕР01-01-033-05	Засыпка котлована с перемещением грунта	1000 м3	9,54	512,13	512,13		4885,21		4885,21			
										483,25		4,18	39,873

		бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.)											
4	ТЕР01-02-001-01	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25т на первый проход одному слою при толщине слоя 25 см	1000 м3	9,54	2138,16	2138,16		2395,91		20395,91			
						206,31				1967,99		17,24	164,452
5	ТЕР01-02-001-07	На каждый последующий проход по одному следу	1000 м3	9,54	210,92	210,92		2011,97		2011,97			
						15,66				149,38		1,51	14,404
6	ТЕР01-01-036-03	Окончательная планировка площадей бульдозерами мощностью 132 (180) кВт (л.с.)	1000 м2	5,4	46,15	46,15		249,21		249,21			
						2,3				12,42		0,19	1,026
Раздел 2. Фундаменты													
7	ТЕР06-01-001-02	Устройство бетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом до 3м3	100 м3	1,81	56261,21	3138,24	48833,6	101832,79	7763,72	5680,21	88388,85	535,5	969,255
					4289,35	310,88				562,69		29,05	52,581
8	ТЕР07-01-001-19	Укладка балок фундаментных длиной 6м	100 шт.	0,6	18415,41	10529,62	2599,08	11049,25	3172,03	6317,77	1559,45	599,4	359,64
					5289,71	854,46				512,68		92,43	55,458
9	440-9001	Конструкции сборные железобетонные	шт	60	337,99		337,99	20279,4			20279,4		
Раздел 3. Каркас													
10	ТЕР09-03-002-10	Монтаж колонн многоэтажных зданий при высоте здания до 25м	1т	97,394	641,89	523,49	58,73	62516,23	5811,5	50984,79	5719,95	6,07	591,182
					59,67	35,06				3414,63		2,32	225,954
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	201-9002	Конструкции стальные	т	97,394	12031,7		12031,7	1171815,39			1171815,39		

12	ТЕР09-03-002-12	Монтаж балок, ригелей при высоте здания до 25м	1т	134,616	753,04	496,9	81,67	101371,23	23486,45	66890,69	10994,09	18,25	2456,742
					174,47	36,69				5342,91		2,88	387,694
13	201-9002	Конструкции стальные	т	134,616	12031,7		12031,7	1619659,33			1619659,33		
14	ТЕР09-03-015-01	Монтаж прогонов при шаге до 12м при высоте здания до 25м	1т	138,376	485,39	297,98	57,77	67166,33	17939,06	41233,28	7993,98	15,79	2184,957
					129,64	24,14				3340,4		1,75	242,158
15	201-9002	Конструкции стальные	т	138,376	12031,7		12031,7	1664898,52			1664898,52		
16	ТЕР06-01-015-06	Установка стальных конструкций, остающихся в теле бетона	1т	15,2	1039,92	562,61	59,41	727,94	292,53	393,83	41,59	46,33	32,431
					417,9	93,67				65,57		4,38	3,066
17	201-9002	Конструкции стальные	т	15,2	12031,7		12031,7	8422,19			8422,19		
18	ТЕР06-01-014-01	Укладка бетона по перенкрытиям толщиной 100 мм	100м2	55,44	5101,95	154,11	4772,96	282852,11	9695,35	8543,86	264612	22,42	1242,965
					174,88	22,9				1269,58		1,52	84,269
19	ТЕР06-01-014-02	На каждые 10мм изменения толщины добавлять или исключать	100м2	55,44	2516,75	75,85	2385,15	139528,62	3090,78	4205,12	132232,72	7,15	396,396
					55,75	11,4				632,02		0,75	41,58
20	ТЕР09-03-029-01	Монтаж лестниц прямолинейных и криволинейных, пожарных с ограждением	1т	3,75	1082,27	733,81	62,96	4058,51	1070,63	2751,79	236,1	32,37	121,388
					285,5	73,59				275,96		5,83	21,863
21	201-9002	Конструкции стальные	т	3,75	12031,7		12031,7	45118,88			45118,88		
22	ТЕР08-03-002-02	Кладка стен из легкобетонных камней при выс. этажа свыше 4м	1 м3	788	929,28	36,82	858,07	732272,64	27099,32	29014,16	676159,16	4,24	3341,12
					34,39	3,63				2860,44		0,35	275,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Раздел 4. Устройство вентилируемого фасада													
23	ТЕР26-01-	Изоляция стен тепло-	1 м3	647,91	580,61	92,02	307,83	376183,03	117116,21	59620,68	199446,14	20,04	12984,116

	037-01	изоляционными плитами			180,76	19,01				12316,77		0,69	447,058
24	104-9163	Изделия теплоизоляционные	м3	628,473	660,64		660,64	415194,2			415194,2		
25	ТЕР26-01-055-01	Установка пароизоляционного слоя из пленки полиэтиленовой	100 м2	56,34	2994,6	23,33	2183,6	168715,76	44377,33	1314,41	123024,02	95,94	5405,26
					787,67							0,25	14,085
26	101-9462	Пленка полиэтиленовая	м2	6479,1	2,25		2,25	14577,98			14577,98		
27	101-9461	Лента полиэтиленовая с липким слоем А50	кг	418,212	227,32		227,32	95067,91			95067,91		
28	ТЕР15-02-024-07	Облицовка стен искусственными плитками по металлическому каркасу	100 м2	56,34	12746,38	327,92	11282	718131,05	64028,16	18475,01	635627,88	128,85	7259,409
					1136,46	2,18				122,82		0,62	34,931
29	101-9162-0010	листы гипсокартонные	м2	-5915,7	33,97		33,97	-200956,33			-200956,33		
30	412-9180	Плиты облицовочные	м2	5915,7	282,8		282,8	1672959,96			1672959,96		

Раздел 5. Кровля

31	ТЕР12-01-015-01	Устройство пароизоляции оклеечной в один слой	100 м2	13,5	2493,31	89,48	2249,39	33659,69	2084,94	1207,98	30366,77	17,51	236,385
					154,44	4,74				63,99		0,28	3,78
32	ТЕР12-01-013-03	Утепление покрытий плитами из минеральной ваты в один слой	100 м2	14,54	2299,32	150,94	1742,16	33432,11	5906,44	2194,67	25331,01	45,54	662,152
					4065,22	13,77				200,22		0,83	12,068
33	104-9090	Плиты теплоизоляционные	м2	1497,62	533,3		533,3	798680,75			798680,75		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
34	ТЕР12-01-013-04	Утепление покрытий плитами из минераль-	100 м2	14,54	1986,36	144,78	1527,06	28881,67	4573,12	2105,1	22203,45	35,26	512,681
					314,52	13,77				200,22		0,83	12,068

		ной ваты на последующий слой											
35	104-9090	Плиты теплоизоляционные	м2	1497,62	533,3		533,3	798680,75			798680,75		
36	ТЕР09-04-002-01	Монтаж кровельного покрытия из профилированного настила	100 м2	55,44	1021,83 291,46	547,95 40,45	182,42	56650,26	16158,54	30378,35 2242,55	10113,36	35,5 2,93	1968,12 162,439
37	101-9910	Стальной профилированный настил	т	84,8	17306,13	17307,1	1467559,82				1467559,82		
38	101-9911	Крепежные детали для крепления СПН к несущим конструкциям	т	0,35	18127,58	18127,6	6344,65				6344,65		

Раздел 6. Отделочные работы

39	ТЕР15-01-047-16	Устройство подвесных потолков	100 м2	64,79	16968,37 1068,41	554,79 7,88	15345,2	1099380,69	69222,28	35944,84 510,55	994213,56	125,4 5,34	8124,666 345,979
40	ТЕР10-04-001-04	Устройство гипсокартонных перегородок	100 м2	98,66	157,91,33 1784,29	276,22 52,38	13730,8	1557972,62	176038,05	27251,87 5167,81	15	226,72 2,45	22368,195 241,717
41	ТЕР10-01-012-03	Оформление дверных проемов в перегородках	100 шт.	3,4	3844,24 664,15	144,35 2,2	3035,74	13070,42	2258,11	490,79 7,48	10321,52	75,3 0,08	256,02 0,272
42	ТЕР10-01-027	Установка оконных блоков	100 м2	12,051	8545,27 2245,78	1301,98 147,4	4997,51	102979,05	27063,89	15690,16 1776,32	60224,99	270,25 10,18	3256,783 122,679
43	203-9095	Блоки оконные	м2	1205,1	2219,62		2219,62	2674864,06			2674864,06		
44	ТЕР10-01-039-01	Установка дверных блоков	100 м2	4,639	5235,91 898,89	1498,51 175,43	2838,51	24289,39	4169,95	6951,59 813,82	13167,85	104,28 13,34	483,755 61,884
45	203-9057	Блоки дверные	м2	463,9	297,28		297,28	137908,19			137908,19		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
46	ТЕР15-04-005-01	Окраска поливинил-ацетатными водо-	100 м2	42,59	986,62 127,66	7,68 2,31	851,28	402020,15	5437,04	327,09 98,38	36256,02	15,18 0,09	646,516 3,833

		эмульсионными составами простая											
47	ТЕР11-01-027-02	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток керамических для полов	100 м2	39,27	15477,6	104,9	14389,3	607805,35	38617,73	4119,42	565068,2	119,78	4703,761
					983,39	34,45				1352,85		2,94	115,454
48	ТЕР11-01-036-01	Устройство покрытий из линолеума на клее бустилат	100 м2	17,42	9143,57	54,22	8758,63	159280,99	5761,14	944,51	152575,33	42,4	738,608
					330,72	17,4				303,11		0,85	14,807
49	ТЕР15-01-020-03	Облицовка стен керамической плиткой на цементном растворе	100 м2	32,75	21218,33	21,54	18985,8	694900,31	72411,23	705,44	621783,64	256,5	8400,375
					2211,03	8,8				288,2		0,86	28,165
50	ТЕР15-06-001-04	Оклейка обоями стен по листовым материалам	100 м2	64,98	990,44	1,15	759,6	64358,79	14925,26	74,73	49358,81	27,64	1796,047
					229,69	0,38				24,69		0,02	1,3
51	ТЕР15-02-005-01	Высококачественная штукатурка декоративным раствором гладких стен	100 м2	44,61	3116,76	51,11	1524,62	139038,66	68745,35	2280,02	68013,3	165,88	7399,907
					1541,03	25,08				1118,82		2,78	124,016

Раздел 7. Полы

52	ТЕР11-01-002-09	Устройство подстилающих слоев бетонных	1 м3	277	516,5	0,31	487,39	143070,5	7977,6	85,87	135007,03	3,66	1013,82
					28,8								
53	ТЕР11-01-004-01	Устройство гидроизоляции клеечными материалами	100 м2	66,84	2653,39	340,5	1826,15	177352,59	32533,7	22759,02	122059,87	46,18	3086,671
					486,74	20,3				1356,85		0,98	65,503
54	11-01-004-02	Устройство гидроизоляции клеечной последующий слой	100 м2	66,84	2375,14	167,15	1914,35	158754,36	19626,9	11172,31	127955,15	27,86	1862,162
					293,64	11,48				767,32		0,56	37,43
55	ТЕР11-01-014	Устройство основных слоев бетонных 100 мм	100 м2	66,84	5939,06	245,75	5420	396966,77	18268,04	16425,93	362272,8	30,3	2025,252
					273,31								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
56	ТЕР11-01-	Устройство стяжек	100	100,4	1306,68	33,33	979,4	131190,67	29512,58	3346,33	98331,76	39,51	3966,804

	011-01	цементных толщиной 20мм	м2		293,95	13,17				1322,27		1,27	127,508
57	ТЕР11-01-011-02	Устройство цементных стяжек доводить или исключать на каждые 5мм	100 м2	100,4	504,24	12,08	484,72	50625,7	746,98	1212,83	48665,89	1	100,4
			7,44		4,36	437,74				0,42		42,168	
58	ТЕР11-01-014-01	Устройство полов бетонных толщиной 100 мм	100 м2	17,86	5939,06	245,75	5420	106071,61	4881,32	4389,1	96801,2	30,3	541,158
			273,31										
Итого прямые затраты по смете								21060509,8	952352,18	546270,96	19561886,69		111562,07
										54926,98			3921,75
Общестроительные работы								14793351	887886	354032	13551432,6		104240
										40310,5	13551432,6		2881,65
ИТОГО								14793350,7	887886	354032,06			104239,68
										40310,53			2881,65
Накладные расходы								1030892,2					
95% ФОТ (от 6646,24)								6313,93					
105% ФОТ (от 320305,02)								336320,27					
130% ФОТ (от 3684,71)								4790,12					
122% ФОТ (от 29959,76)								36550,91					
100% ФОТ (от 173810,31)								173810,31					
120% ФОТ (от 13028,93)								15634,72					
118% ФОТ (от 217295,43)								256408,61					
123% ФОТ (от 163466,13)								201063,34					
Сметная прибыль								598559,66					
50% ФОТ (от 6646,24)								3323,12					
65% ФОТ (от 320305,02)								23660,76					
85% ФОТ (от 3684,71)								3132					
80% ФОТ (от 29959,76)								23967,22					
70% ФОТ (от 173810,31)								121667,22					
55% ФОТ (от 296932,78)								163313,03					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
63% ФОТ (от 217295,43)								136896,12					

75% ФОТ (от 163466,13)	122599,6					
ИТОГО Общестроительные работы	16422803					
<i>Монтаж металлоконструкций</i>	<i>6267159,2</i>	<i>64466,2</i>	<i>192239</i>	<i>6010454,07</i>		<i>7322,39</i>
			<i>14616,5</i>			<i>1040,11</i>
ИТОГО	6267159,15	64466,2	192238,9	6010454,07		7322,39
			14616,45			1040,11
Накладные расходы 90% ФОТ (от 79082,63)	71174,37					
Сметная прибыль 85% ФОТ (от 79082,63)	67220,24					
ИТОГО Монтаж металлоконструкций	6405553,8					
ИТОГО	21060509,8	952352,18	546270,96	19561886,69		111562,07
			54926,98			3921,75
Накладные расходы	1102066,57					
Сметная прибыль	665779,89					
ИТОГО ПО СМЕТЕ	22828356					
(22828356,32x4,56)	104097305					
ВСЕГО ПО СМЕТЕ	104097305					

5.2 Объектная смета

Сметная стоимость **148859.15 тыс. руб.**
 Средства на оплату труда **11525.44 тыс. руб.**
 Расчетный измеритель стоимости **2.937 т.р./м³**
 Составлена в ценах по состоянию на I квартал 2001г.

№ п/п	Норма сметных расчетов (смет)	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.					Средства на оплату труда, тыс. руб.	Показатели единичной стоимости
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели, инвентаря	прочих	всего		
1	Локальная смета	Общестроительные работы	104097,3				104097,3	4342,73	
2	УП т. 13-2	Водоснабжение	6245,84				6245,84	936,88	
3	УП т. 13-2	Канализация	4163,89				4163,89	624,58	
4	УП т. 13-2	Вентиляция	7286,81				7286,81	1093,02	
5	УП т. 13-2	Отопление	8327,78				8327,78	1249,17	
6	УП т. 13-2	Пароснабжение	0				0	0	
7	УП т. 13-2	Электромонтажные работы		8327,78			8327,78	2498,34	
8	УП т. 13-2	Слаботочные устройства	2081,95				2081,95	312,29	
9	УП т. 13-2	Монтаж оборудования		1561,46			1561,46	468,44	
10	УП т. 13-2	Стоимость оборудования			6766,32		6766,32	0	
11	УП т. 13-2	Прочие затраты				0	0	0	
12		Итого в текущих ценах	132203,57	9889,24	6766,32	0	148859,1	11525,45	2,937

5.3 Сводный сметный расчет стоимости строительства

Сводный сметный расчет в сумме **196727,42 тыс. руб.**
 В том числе возвратных сумм **393,85 тыс. руб.**

№ п/п	Норма сметных расчетов и смет	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость, тыс.руб.
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели, инвентаря	прочих	
1	2	3	4	5	6	7	8
Глава 1. Подготовка территории строительства							
1	УПС т. 17	Подготовка территории строительства 1,5 %				2232,89	2232,89
		Итого по Главе 1	0	0	0	2232,89	2232,89
Глава 2. Основные объекты строительства							
2	ОС №1	Гостинично-торговый комплекс	132203,58	9889,24	6766,32	0	148859,15
		Итого по Главе 2	132203,58	9889,24	6766,32	0	148859,15
Глава 3. Объекты подсобного и обслуживающего назначения							
		Итого по Главе 3	0	0	0	0	0
Глава 4. Объекты энергетического хозяйства							
		Итого по главе 4	0	0	0	0	0
Глава 5. Объекты транспортного хозяйства и связи							
		Итого по Главе 5	0	0	0	0	0
Глава 6. Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплоснабжения и газоснабжения							
		Итого по Главе 6	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8
Глава 8. Временные здания и сооружения							
4	ГСН 81-05-01-01	Временные здания и сооружения, 1,8%	2447,66	178,01			2625,66
		Итого по Главе 8	2447,66	178,01	0	0	2625,66
		Итого по Главам 1-8	138428,53	10067,25	6766,32	2232,89	157495
Глава 9. Прочие работы и затраты							
5	ГСН 81-05-01-01	Производство работ в зимнее время, 2,2%	3045,43	221,48			3266,91
		Итого по Главе 9	3045,43	221,48	0	0	3266,91
		Итого по Главам 1-9	141473,96	10288,73	6766,32	2232,89	160761,9
Глава 10. Содержание дирекции							
6	УПС т. 18	Содержание дирекции строящегося объекта, 0,1%				160,76	160,76
7	УПС т. 18	Услуги органов Госархстройконтроля, 0,3%				482,29	482,29
		Итого по Главе 10	0	0	0	643,05	643,05
Глава 11. Подготовка эксплуатационных кадров							
8	УПС 4,3	Подготовка эксплуатационных кадров, 1%				1607,62	1607,62
		Итого по Главе 11	0	0	0	1607,62	1607,62
Глава 12. Проектные и изыскательские работы							
9	УПС 4,3	Проектно-изыскательский работы, 2%				3215,24	3215,24
10	п. Госстроя, 46 от 24.04.86	Авторский надзор, 0,2%				321,52	321,52
11	п. Госархстрой-конт.	Средства на экспертизу проекта, 0,35%				562,67	562,67
		Итого по Главе 12	0	0	0	4099,43	4099,43
		Итого по Главам 1-12	141473,96	10288,73	6766,32	8582,98	167112

1	2	3	4	5	6	7	8
Дополнительные затраты в текущих ценах							
12		Возврат 15% стоимости временных зданий и сооружений				-393,85	-393,85
		Итого Дополнительные затраты	0	0	0	-393,85	-393,85
		Итого с учетом возврата 15% от временных зданий и сооружений	141473,96	10288,73	6766,32	8189,13	166718,15
Налоги и обязательные платежи							
	НДС 18%					30009,27	30009,27
	ВСЕГО ПО СМЕТЕ						196727,42

6.1 Противопожарные требования

В соответствии со СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» гостиница, входящая в состав комплекса, относится по функциональной пожарной опасности к классу Ф1.2, учреждения торговли - к классу Ф3.1. Этажи данных классов имеют не менее двух эвакуационных выходов. Ширина основных эвакуационных выходов не менее 0.8 м, высота в свету не менее 1.9 м. Направление открывания дверей – по направлению к выходам из здания.

Вместимость гостиницы - 96 мест, количество этажей - 5. В соответствии с п. 1.36 СНиП 2.08.02-89* (2003) «Общественные здания и сооружения» число мест для III степени огнестойкости не должно превышать 150, а в соответствии с таблицей 1 наибольшее число этажей – 5.

Площадь противопожарного отсека для жилых этажей гостиницы 1142м². За противопожарный отсек принят один этаж гостиницы. В соответствии с таблицей 1 СНиП 2.08.02-89* (2003) наибольшая площадь противопожарного отсека для 5-этажных зданий III степени огнестойкости составляет 2000м².

Расстояние от наиболее удаленной точки жилого этажа до ближайшего эвакуационного выхода составляет 30м. В соответствии с п.1.109 СНиП 2.08.02-89* (2003) плотность людского потока для гостиниц определяется графой 4 таблицы 10 и принимается св.3 до 4 чел/м². Наибольшее нормируемое расстояние до ближайшего эвакуационного выхода составляет 40м.

Наибольшая площадь противопожарного отсека торговых учреждений составляет 942м². В соответствии со СНиП 2.08.02-89* (2003) для III степени огнестойкости наибольшая площадь отсека принимается 1000м².

Расстояние от наиболее удаленной точки торгового зала до эвакуационного выхода составляет 30м. Отношение площади основных эвакуационных проходов к общей площади торгового зала 25%. В соответствии с таблицей 8 СНиП 2.08.02-89* (2003) для залов объемом менее 5тыс. м³ III степени огнестойкости наибольшее расстояние до эвакуационного выхода - 35м.

Таким образом, здание комплекса имеет III степень огнестойкости и его конструкции должны отвечать следующим требованиям по пределу огнестойкости:

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в т.ч. с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45

Принятый тип противопожарных преград, отделяющих торговые учреждения от гостиницы – стены 1-го типа с 1-м типом заполнения проемов.

Первый этаж гостиницы разделен на 3 противопожарных отсека – предприятие питания, приемно-вестибюльная группа и административно-хозяйственная группа помещений. Принятый тип преград – стены 1-го типа.

Складские помещения учреждений торговли отделены от помещений иного назначения противопожарными перегородками – 1-го типа в соответствии с п. 1.74 СНиП 2.08.02-89* (2003).

По периметру здания устроен проезд для пожарных машин на удалении от стен в пределах 5-8 м и шириной 6 м.

Торговые залы имеют площадь 942м² каждый. Согласно п.1.112 СНиП 2.08.02-89* (2003) на одного человека, находящегося в торговом зале приходится 1.35 м². Тогда расчетное число одновременно находящихся в торговом зале определяется

$$n = \frac{S}{s_1}, \text{ где}$$

S - площадь торгового зала, $S = 942\text{м}^2$

s_1 - площадь на одного человека, $s_1 = 1.35\text{м}^2$

$$n = \frac{942}{1.35} = 700\text{чел}$$

Ширина основных эвакуационных проходов для залов площадью более 400 м² не менее 2.5 м.

Согласно таблице 10 СНиП 2.08.02-89* (2003) на 1 м ширины эвакуационного выхода для залов объемом до 5 тыс. м³ III степени огнестойкости приходится 115 человек. Тогда требуемая ширина выходов из торговых залов

$$b = \frac{n}{n_1}, \text{ где}$$

n - максимальное число человек, находящихся в торговом зале, $n = 700\text{чел}$

n_1 - число человек на 1 м ширины эвакуационного выхода, $n_1 = 115\text{чел/м}$

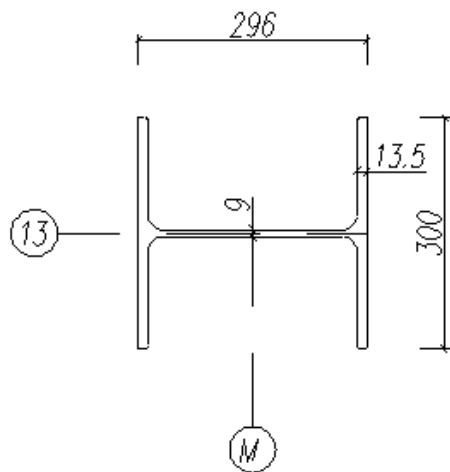
$$b = \frac{700}{115} = 6.1\text{м}$$

6.2 Оценка огнестойкости колонны

6.2.1 Исходные данные

Производится расчет огнестойкости колонны учреждения торговли по потере несущей способности R . Колонна расположена в буквенной оси М и цифровой 13.

Тип колонны – двутаврового сечения 30К1:



$$I_x = 18110 \text{ см}^4$$

$$W = 1223 \text{ см}^3$$

$$A = 296 \text{ см}^2$$

$$t_f = 1.35 \text{ см}$$

$$t_w = 0.9 \text{ см}$$

$$b = 30 \text{ см}$$

$$h = 29.6 \text{ см}$$

Материал колонны сталь С245:

$$R_y = 2450 \text{ кг/см}^2$$

$$C_{cm} = 0.105 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°C}$$

$$\rho_{cm} = 7800 \text{ кг/м}^3$$

$$E_{cm} = 2.1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$$

Нагрузка на колонну

$$N = 219.3 \text{ кН}$$

$$M = 218.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 52.13 \text{ кН}$$

Расчетная длина

$$l_{ef} = 964 \text{ см}$$

6.2.2 Расчет огнестойкости

Эксцентриситет

$$e = M / N, \text{ где}$$

M, N - расчетные усилия

$$e = 218.9 / 219.3 = 0.998 \text{ м}$$

Определяем коэффициент потери прочности по формуле

$$\gamma_T = \frac{N}{R_y} \left(\frac{e}{W} + \frac{1}{A} \right), \text{ где}$$

N - продольная сила, $N = 22.4 \text{ м}$

R_y - расчетное сопротивление, $R_y = 2.45 \text{ т/см}^2$

e - эксцентриситет, $e = 99.8 \text{ см}$

W - момент сопротивления, $W = 1223 \text{ см}^3$

A - площадь сечения, $A = 296 \text{ см}^2$

$$\gamma_T = \frac{22.4}{2.45} \left(\frac{99.8}{1223} + \frac{1}{296} \right) = 0.777$$

Определяем коэффициент потери устойчивости нагретой колонны по формуле

$$\gamma_E = \frac{N l_{ef}^2}{\pi^2 E I_x}, \text{ где}$$

l_{ef} - расчетная длина, $l_{ef} = 964 \text{ см}$

E - модуль упругости материала, $E = 2.1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$

I_x - момент инерции, $I_x = 18110 \text{ см}^4$

$$\gamma_E = \frac{22400 \cdot 964^2}{3.142^2 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 18110} = 0.055$$

Находим значение критической температуры данной колонны

при $\gamma_T = 0.777$ $T_{кр} = 300^\circ$

при $\gamma_T = 0.055$ $T_{кр} = 750^\circ$

За критическую температуру принимаем меньшее из выявленных значений критических температур, то есть $T_{кр} = 300^\circ$

Определяем приведенную толщину сечения колонны по формуле

$$\delta_{пр} = \frac{A}{\Pi}, \text{ где}$$

A - площадь поперечного сечения, $A = 296 \text{ см}^2$

Π - обогреваемая часть периметра сечения, $\Pi = 177.4 \text{ см}$

$$\delta_{пр} = \frac{296}{177.4} = 1.67$$

Определяем предел огнестойкости колонны

$R = 35 \text{ мин}$

По СНиП 21-01-97* нормируемый предел огнестойкости колонны для III степени огнестойкости составляет $R = 45 \text{ мин}$, поэтому данная колонна не удовлетворяет требованиям огнестойкости.

В связи с этим необходимо произвести защиту колонны от воздействия огня. Для защиты колонны используем обшивку в 2 слоя гипсокартонном. Суммарная толщина $\delta_0 = 2.5 \text{ см}$, коэффициент теплоемкости $C = 0.184 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}$, плотность $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.

Определяем приведенную толщину пластин для двутаврового сечения по осям x и y по формулам:

- для полки

$$\delta_{x(y)} = \frac{t_f}{2}$$

- для стенки

$$\delta_{x(y)} = 0.5t_w \frac{h - 1.5t_f}{h - 2t_f - \delta_0} - 0.25 \frac{C\rho}{C_{cm}\rho_{cm}} \cdot \frac{\delta_0^2}{h - 2t_f - \delta_0}, \text{ где}$$

C_{cm} - коэффициент теплоемкости стали, $C_{cm} = 0.105 \text{ ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$

t_f - толщина полки двутавра, $t_f = 1.35 \text{ см}$

t_w - толщина стенки двутавра, $t_w = 0.9 \text{ см}$

h - высота двутавра, $h = 29.6 \text{ см}$

$$\delta_{x(y)} = \frac{1.35}{2} = 0.675 \text{ см}$$

$$\delta_{x(y)} = 0.5 \cdot 0.9 \frac{29.6 - 1.5 \cdot 1.35}{29.6 - 2 \cdot 1.35 - 2.5} - 0.25 \frac{0.184 \cdot 800}{0.105 \cdot 7800} \cdot \frac{2.5^2}{29.6 - 2 \cdot 1.35 - 2.5} = 0.497 \text{ см}$$

Определяем предел огнестойкости, если бы приведенная толщина была $\delta_{x(y)} = 1 \text{ см}$

При $\delta_0 = 2.5 \text{ см}$ $R^{\delta=1} = 70 \text{ мин}$

Определяем поправку к полученному значению, так как у заданной конструкции $\delta_{x(y)}$ равна не 1 см, а 0.675 см у полки и 0.497 у стенки:

при $\delta_0 = 2.5 \text{ см}$ имеем $\Delta\tau = 13 \text{ мин}$

$$\text{для полки } \Delta\tau = 13 \frac{(1 - 0.675)}{0.5} = 8.5 \text{ мин}$$

$$\text{для стенки } \Delta\tau = 13 \frac{(1 - 0.497)}{1} = 6.5 \text{ мин}$$

Значение предела огнестойкости облицованной колонны

- по полке

$$R = 70 - 8.5 = 61.5 \text{ мин}$$

- по стенке

$$R = 70 - 6.5 = 63.5 \text{ мин}$$

За искомый предел огнестойкости принимаем $R_{расч} = 61.5 \text{ мин}$, что соответствует нормируемому значению предела огнестойкости колонны $R_{нр} = 45 \text{ мин}$

$$R_{расч} = 61.5 \text{ мин} > R_{нр} = 45 \text{ мин}$$

6.3 Организация безопасного производства работ при монтаже профнастила

Перед началом монтажа, по окончании установки и закрепления всех конструкций покрытия, выполнить ряд работ:

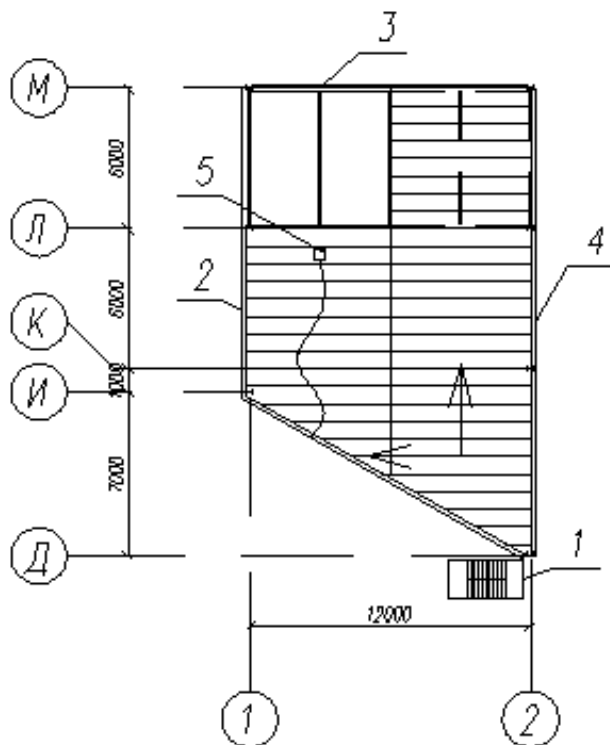
- по периметру здания на стойках, закрепленных к торцевым ригелям и прогонам крайних рядов здания натянуть страховочные канаты
- другие страховочные канаты уложить (с небольшим натяжением) непосредственно на прогоны, на которые опираются своими концами листы укладываемого настила.

Элементы крепления страховочных канатов, включая стойки, установить до подъема соответствующих конструкций. Крепление стоек производить с помощью хомутов. Установку, натяжение и закрепление страховоч-

ных канатов, расположенных по периметру здания, производить с применением механизированных подъемников, а установку и прикрепление страховочных канатов, укладываемых вдоль ригелей, производить с применением ПВУ-2, к которому работающий должен закрепляться перед перемещением по ригелю стропом предохранительного пояса.

Общее направление монтажа профилированного настила принято от торца здания, возле которого расположена маршевая лестница, к другому, а в пролете – от одной оси ряда к другой.

Общая схема организации монтажа:



- 1- маршевая лестница
- 2- страховочный канат, натянутый по стойкам по периметру здания
- 3- страховочный канат, уложенный по ригелям
- 4- то же, по прогонам
- 5- предохранительное верхолазное устройство (ПВУ)

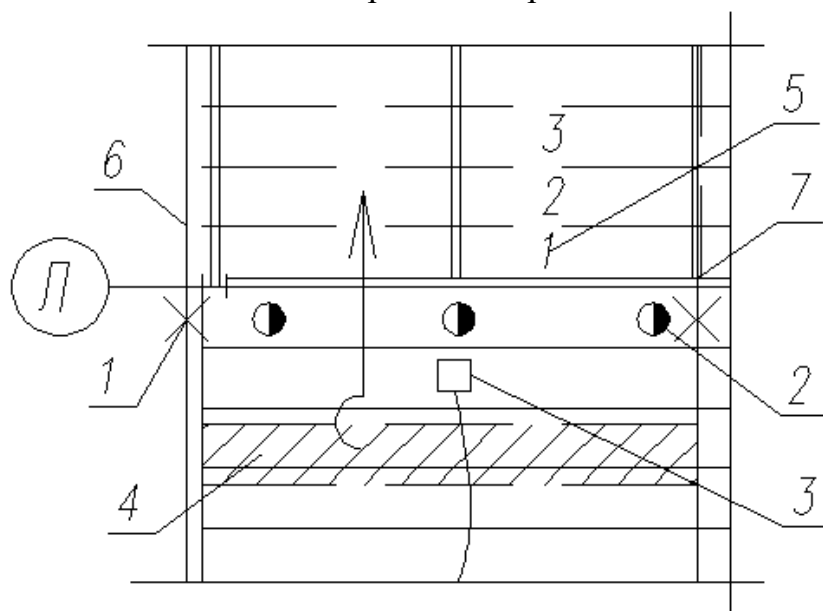
Вначале с помощью крана установить первый и второй монтируемые листы. Прием первого листа осуществлять двумя рабочими, один из которых находится на маршевой лестнице (с закреплением к ее конструкции стропом предохранительного пояса), а другой – на прогоне у другого конца монтируемого листа, куда он переходит с маршевой лестницы, предварительно прикрепившись карабином стропа к страховочному канату. После тщательной выверки первый предварительно закрепить, для чего оператор, закрепленный стропом предохранительного пояса за конструкции маршевой лестницы, пристреливает двумя дюбелями этот лист к торцевому прогону, а за-

тем, закрепившись предохранительным поясом за страховочный канат, переходит последовательно к соседним прогонам и пристреливает к ним настил. После этого выверить и прикрепить всеми самонарезными болтами в той же последовательности и с принятием тех же мер предосторожности второй лист и установить комбинированные заклепки между первым и вторым листом. Затем закрепить самонарезными болтами первый лист, установит и прикрепить ПВУ к прогону крайнего ряда.

Монтаж третьего и четвертого листов осуществлять тремя и более рабочими. Подачу листов осуществлять в перевернутом положении (проектное положение эти листы займут при кантовке). Прием листов производить на ранее смонтированный второй лист (для удобства последующих работ принимаемый лист сместить на одну гофру в сторону укладки). Третий лист кантовать и уложить в проектное положение с предварительным закреплением его четырьмя самонарезными болтами (по 2 в разные прогоны). При этом оператор, прикрепленный к ПВУ карабином пояса, находясь на середине смонтированного листа, должен помогать кантовать этот лист и закреплять его. После этого четвертый лист сместить в сторону проектного положения, кантовать, уложить по проекту, закрепить самонарезными болтами и комбинированными заклепками. При растаскивании третьего и последующих листов рабочие, находящиеся со стороны их торцов, должны прикрепляться к канату, уложенному по прогонам.

Технологический процесс укладки последующих листов аналогичен третьему и четвертому листу.

Схема положения рабочих при монтаже



- 1- места закрепления рабочих стропом предохранительного пояса
- 2- положение рабочих
- 3- ПВУ
- 4- место складирования листов

- 5- порядок монтажа листов
- 6- страховочные канаты по стойкам
- 7- страховочный канат, уложенный по прогонам

При ведении работ по укладке, транспортировке и закреплению листов профилированного настила категорически запрещается нахождение работающих на незакрепленных листах: доступ на листы разрешается после равномерного их закрепления по периметру не менее чем на 30 % закрепляющих устройств.

При подходе по закрепленным листам настила к границе перепада высот в процессе производства работ рабочие должны закрепляться карабином предохранительного пояса к страховочному канату или ПВУ.

При монтаже листов необходимо учитывать наличие опасной зоны действия монтажного крана, монтирующего пролетные конструкции. При этом рабочие, занятые на приемке, растаскивании и укладке щитов, не должны заходить за пределы опасной зоны действия монтажного крана.

7.1 Расчет колонн решетчатого сечения

Материал колонн – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Предварительно принимаем сечение из двух 30Б1 со следующими геометрическими характеристиками:

$$A = 41.92 \cdot 2 = 83.84 \text{ см}^2$$

$$W_x = 1195 \text{ см}^3$$

$$I_x = 16555 \text{ см}^4$$

$$i_x = 11.6 \text{ см}$$

$$W_y = 385 \text{ см}^3$$

$$I_y = 6079 \text{ см}^4$$

$$i_y = 6.3 \text{ см}$$

7.1.1 Расчет на изгиб в плоскости наибольшей жесткости

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 219.3 \text{ кН}$$

$$M = 218.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 52.13 \text{ кН}$$

Определяем эксцентриситет

$$e = M / N, \text{ где}$$

M, N - расчетные усилия

$$e = 218.9 / 219.3 = 0.998 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет

$$m = eA / W, \text{ где}$$

e - эксцентриситет, $e = 99.8 \text{ см}$

A - площадь поперечного сечения, $A = 83.84 \text{ см}^2$

W - момент сопротивления наиболее сжатых волокон, $W = 1195 \text{ см}^3$

$$m = 99.8 \cdot 83.84 / 1195 = 7.0$$

Коэффициент приведения расчетной длины определяем по формуле

$$\mu = 2 \sqrt{1 + \frac{0.38}{n}}, \text{ где}$$

$I_{p1} = I_{p2} = 37160 \text{ см}^4$ - моменты инерции сечений ригелей

$I_k = 16555 \text{ см}^4$ - момент инерции сечения колонны

$$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{I_{p1} \cdot l_k}{l_{p1} \cdot I_k}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{37160 \cdot 420}{1200 \cdot 16555} = 0.812$$

$$n = \frac{5(0.812 + 0.812)}{5 + 1} = 1.2$$

k - число пролетов, $k = 5$

$$\mu = 2 \sqrt{1 + \frac{0.38}{1.2}} = 2.29$$

Тогда расчетная длина

$$l_{ef} = \mu \cdot l, \text{ где}$$

μ - коэффициент приведения расчетной длины, $\mu = 2.29$

l - длина колонны, $l = 4.2 \text{ м} = 420 \text{ см}$

$$l_{ef} = 2.29 \cdot 420 = 963.9 \text{ см}$$

Определяем гибкость

$$\lambda = l_{ef} / i_x, \text{ где}$$

l_{ef} - расчетная длина, $l_{ef} = 963.9 \text{ см}$

i_x - радиус инерции сечения, $i_x = 11.6 \text{ см}$

$$\lambda = 963.9 / 11.6 = 83.09$$

Условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}, \text{ где}$$

λ - гибкость, $\lambda = 83.09$

E - модуль упругости стали, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

$$\bar{\lambda} = 83.09 \sqrt{240 / 210000} = 2.89$$

Определяем коэффициент влияния формы сечения

$$\eta = 1.4 - 0.02 \bar{\lambda}$$

$$\eta = 1.4 - 0.02 \cdot 2.89 = 1.34$$

Приведенный относительный эксцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.34 \cdot 8.82 = 11.82$$

Коэффициент φ_e определяется в зависимости от приведенного относительно эксцентриситета и условной гибкости

$$\varphi_e = 0.105$$

Проверяем устойчивость в плоскости действия момента

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

$$219.3 / 0.105 \cdot 83.84 \cdot 10^{-4} = 219.1 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

Проверка на прочность не производится, так как отсутствуют ослабления сечения и одинаковы значения изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость.

7.1.2 Расчет на изгиб в плоскости наименьшей жесткости

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 54.1 \text{ кН}$$

$$M = 8.67 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 5.1 \text{ кН}$$

Коэффициент приведения расчетной длины

$$\mu = 0.7$$

Тогда расчетная длина

$$l_{ef} = \mu \cdot l$$

$$l_{ef} = 0.7 \cdot 420 = 294 \text{ см}$$

Определяем гибкость

$$\lambda_y = l_{ef} / i_y, \text{ где}$$

$$l_{ef} - \text{расчетная длина, } l_{ef} = 294 \text{ см}$$

$$i_x - \text{радиус инерции сечения, } i_y = 6.3 \text{ см}$$

$$\lambda_y = 294 / 6.3 = 46.67$$

$$\lambda_y < \lambda_x$$

Определяем эксцентриситет

$$e = M / N$$

$$e = 8.67 / 54.1 = 0.16 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет

$$m = eA / W_y$$

$$m = 160 \cdot 108 / 405 = 4.27$$

Условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{R_y / E}, \text{ где}$$

$$\lambda_y - \text{гибкость, } \lambda_y = 39.2$$

$$E - \text{модуль упругости стали, } E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

$$\bar{\lambda} = 39.2 \sqrt{240 / 210000} = 1.325$$

Определяем коэффициент влияния формы сечения

$$\eta = (1.9 - 0.1m) - 0.02(6 - m)\bar{\lambda}$$

$$\eta = (1.9 - 0.1 \cdot 4.27) - 0.02(6 - 4.27)1.325 = 1.427$$

Приведенный относительный эксцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.427 \cdot 4.27 = 6.09$$

Коэффициент φ_e определяется в зависимости от приведенного относительно эксцентриситета и условной гибкости

$$\varphi_e = 0.211$$

Проверяем устойчивость в плоскости действия момента

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

$$54.1 / 0.211 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 23.7 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

Проверка на прочность не производится, так как отсутствуют ослабления сечения и одинаковы значения изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость.

Проверяем устойчивость из плоскости действия момента

$$N / \varphi_x A \leq R_y \gamma_c, \text{ где}$$

$$\varphi_x = 0.724$$

$$54.1 / 0.724 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 6.92 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}.$$

7.2 Расчет колонн из квадратной трубы

Материал колонн – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Предварительно принимаем сечение 250x11 со следующими геометрическими характеристиками:

$$A = 102 \text{ см}^2$$

$$W_x = 765 \text{ см}^3$$

$$I_x = 9559 \text{ см}^4$$

$$i_x = 9.68 \text{ см}$$

$$W_y = 765 \text{ см}^3$$

$$I_y = 9559 \text{ см}^4$$

$$i_y = 9.68 \text{ см}$$

7.1.1 Расчет на изгиб в плоскости наибольшей жесткости

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 219.3 \text{ кН}$$

$$M = 218.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 52.13 \text{ кН}$$

Определяем эксцентриситет

$$e = M / N, \text{ где}$$

M, N - расчетные усилия

$$e = 218.9 / 219.3 = 0.998 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет

$$m = eA / W, \text{ где}$$

e - эксцентриситет, $e = 99.8 \text{ см}$

A - площадь поперечного сечения, $A = 102 \text{ см}^2$

W - момент сопротивления наиболее сжатых волокон, $W = 765 \text{ см}^3$

$$m = 99.8 \cdot 102 / 765 = 13.31$$

Коэффициент приведения расчетной длины определяем по формуле

$$\mu = 2\sqrt{1 + \frac{0.38}{n}}, \text{ где}$$

$I_{p1} = I_{p2} = 37160 \text{ см}^4$ - моменты инерции сечений ригелей

$I_k = 9559 \text{ см}^4$ - момент инерции сечения колонны

$$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{I_{p1} \cdot l_k}{l_{p1} \cdot I_k}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{37160 \cdot 420}{1200 \cdot 9559} = 1.36$$

$$n = \frac{5(1.36 + 1.36)}{5 + 1} = 1.2$$

k - число пролетов, $k = 5$

$$\mu = 2\sqrt{1 + \frac{0.38}{1.2}} = 2.29$$

Тогда расчетная длина

$$l_{ef} = \mu \cdot l, \text{ где}$$

μ - коэффициент приведения расчетной длины, $\mu = 1.83$

l - длина колонны, $l = 4.2 \text{ м} = 420 \text{ см}$

$$l_{ef} = 1.83 \cdot 420 = 768.6 \text{ см}$$

Определяем гибкость

$$\lambda = l_{ef} / i_x, \text{ где}$$

l_{ef} - расчетная длина, $l_{ef} = 768.6 \text{ см}$

i_x - радиус инерции сечения, $i_x = 9.68 \text{ см}$

$$\lambda = 768.6 / 9.68 = 79.4$$

Условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}, \text{ где}$$

λ - гибкость, $\lambda = 79.4$

E - модуль упругости стали, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

$$\bar{\lambda} = 79.4 \sqrt{240 / 210000} = 2.15$$

Определяем коэффициент влияния формы сечения

$$\eta = 1.4 - 0.02 \bar{\lambda}$$

$$\eta = 1.4 - 0.02 \cdot 2.15 = 1.36$$

Приведенный относительный эксцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.36 \cdot 13.31 = 18.1$$

Коэффициент φ_e определяется в зависимости от приведенного относительно эксцентриситета и условной гибкости

$$\varphi_e = 0.158$$

Проверяем устойчивость в плоскости действия момента

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

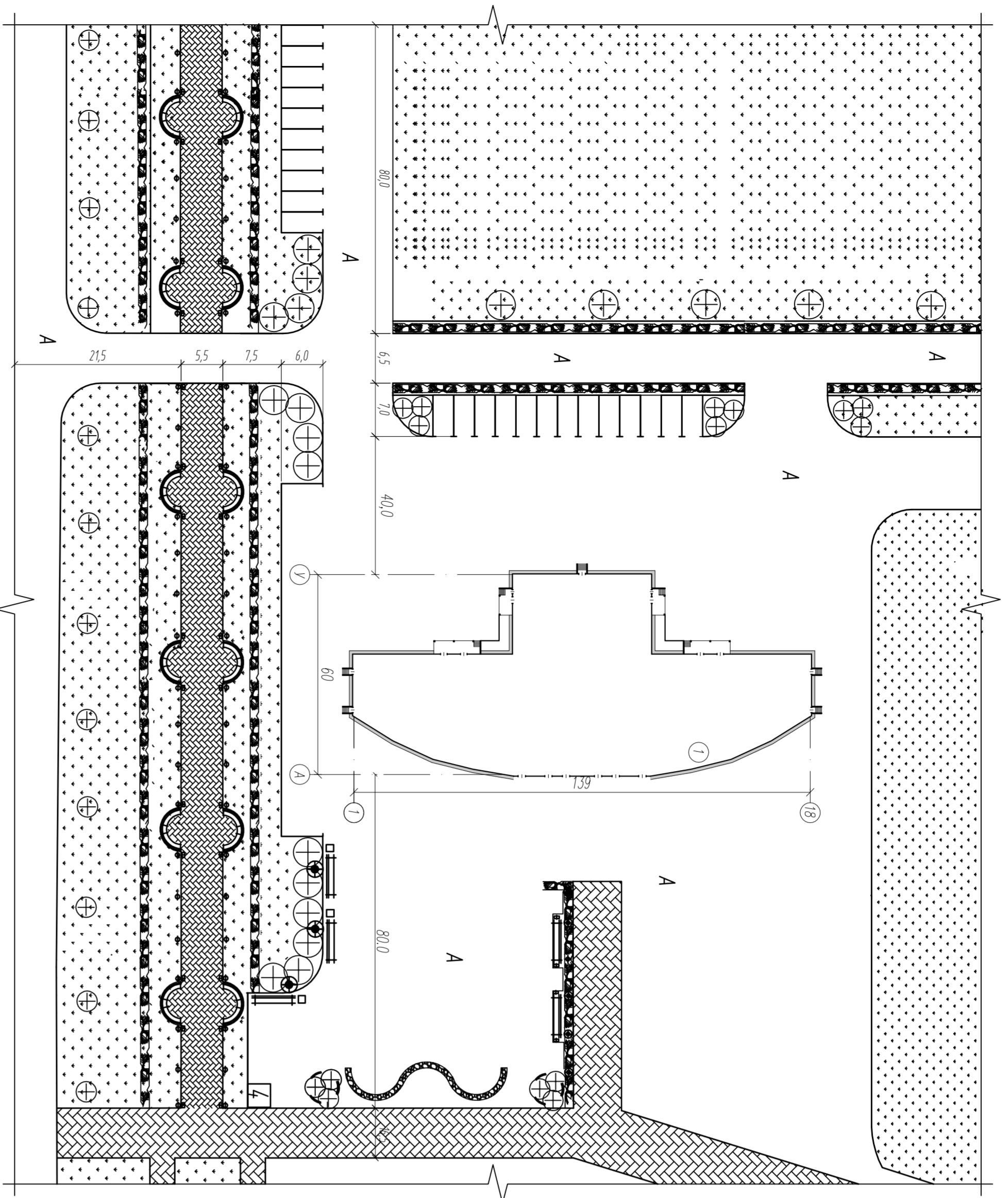
$$219.3 / 0.158 \cdot 102.0 \cdot 10^{-4} = 136.1 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

Проверка на прочность не производится, так как отсутствуют ослабления сечения и одинаковы значения изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость.

Список литературы

1. СНиП 2.08.02-89*. Общие здания и сооружения. – М.: 2003.
2. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. – М.: 2003.
3. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника. – М.: 2003.
4. СНиП 2.01.07.85*. Нагрузки и воздействия. – М.: 2003.
5. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. – М.: 1990.
6. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: 2002
7. Проектирование предприятий розничной торговли. Пособие к СНиП 2.08.02-89*. – М.: 1990.
8. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учеб. пособие. – М.: Архитектура-С, 2007. – 280с., ил.
9. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий: Учебник. – М.: изд-во АСВ, 2004. – 296с., ил.
10. Гиясов А. Конструирование гражданских зданий: Учеб. пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 432с., ил.
11. Ольхова А.П. Гостиницы. – М.: Стройиздат, 1983. – 175с., ил.
12. Георгиевский О.В. Единые требования по выполнению строительных чертежей. Справ. пособие. – М.: Стройиздат, 2002. – 144с., ил.
13. Беленя Е.И. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560с., ил.
14. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: Учебник для строительных вузов. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 512с., ил.
15. Афанасьев А.А. Технология возведения полносборных зданий: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 362с., ил.
16. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – 216с., ил.
17. Гофштейн Г.Е., Ким В.Г., Нищев В.Н., Соколова А.Д. Монтаж металлических и железобетонных конструкций: Учебник для средн. спец. учеб. заведений. – М.: Стройиздат, 2001. – 528с., ил.
18. Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве: Учеб. для строит. вузов и фак. – М.: Высш. шк., 1991. – 272с., ил.
19. Коптев Д.В., Орлов Г.Г., Булыгин В.И. Безопасность труда в строительстве: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 352с., ил.
20. Воронов А.А., Мирсаяпов И.Т. Расчет фундаментов мелкозаложенного и свайных фундаментов: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2005. – 107с.

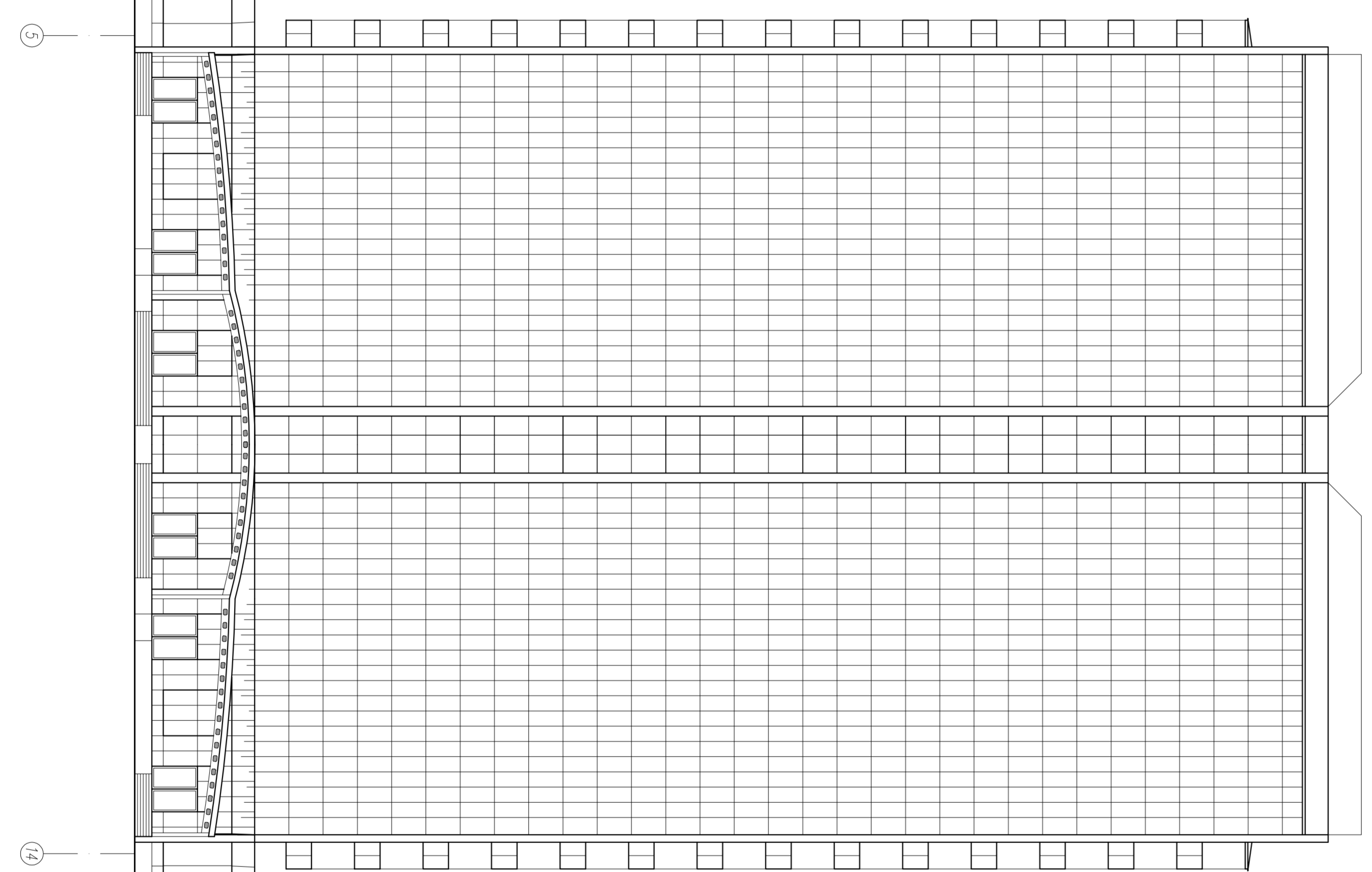
МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ



Фоссаг 1-18

- Камень
- Камень декоративная
- Камень декоративная каменная
- Чирка
- Фонтан декоративный
- Контейнер для сбора мусора

- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:
- проектируемое здание
- ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПЛОЩАДОК
- асфальтовое покрытие
 - троллейбусная плитка
 - отмостка
 - ДЕРЕВЬЯ

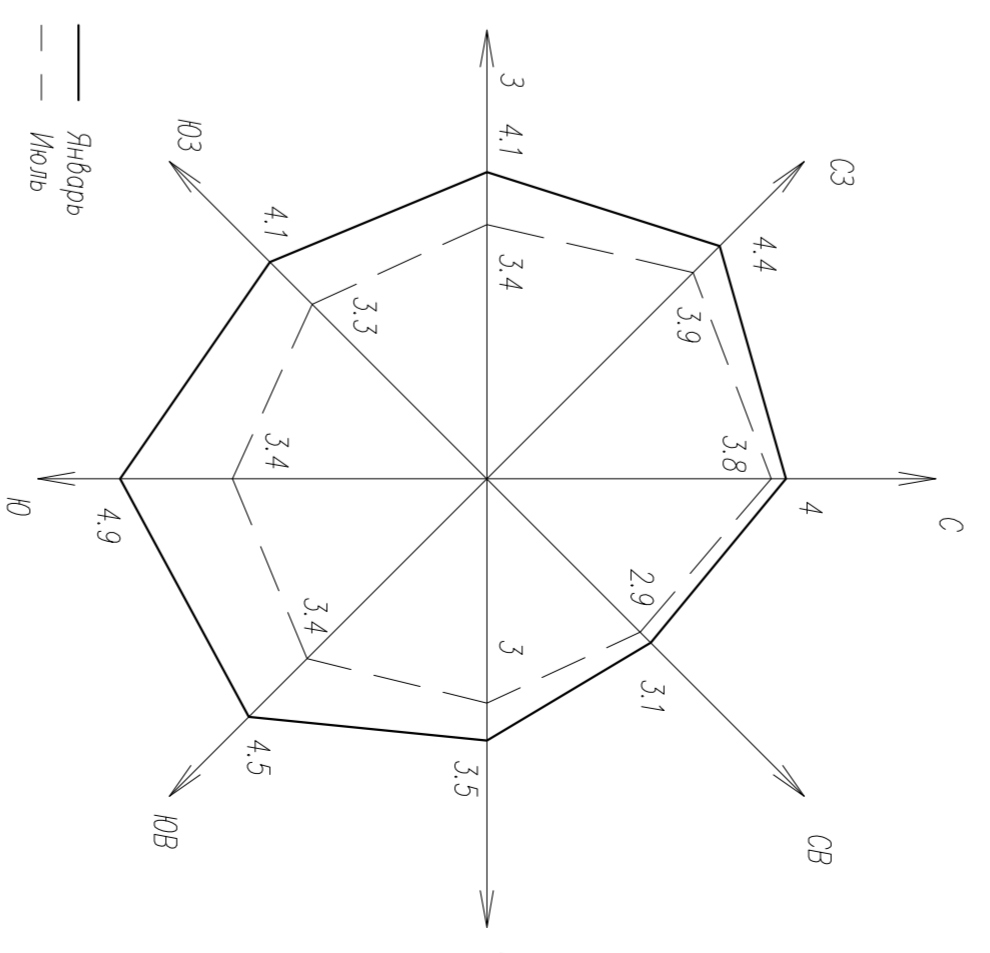


+63.600
+61.800
Яльцо
Июль

Технико-экономические показатели

№ п/п	Показатель	Площадь застройки м.кв.
1	Площадь территории	1652
2	Площадь застройки	650
3	Площадь проездов и проходов	433
4	Площадь озеленения	509
5	Коэффициент застройки	39,3%
6	Коэффициент озеленения	44,0%

Средняя скорость ветра, м/с

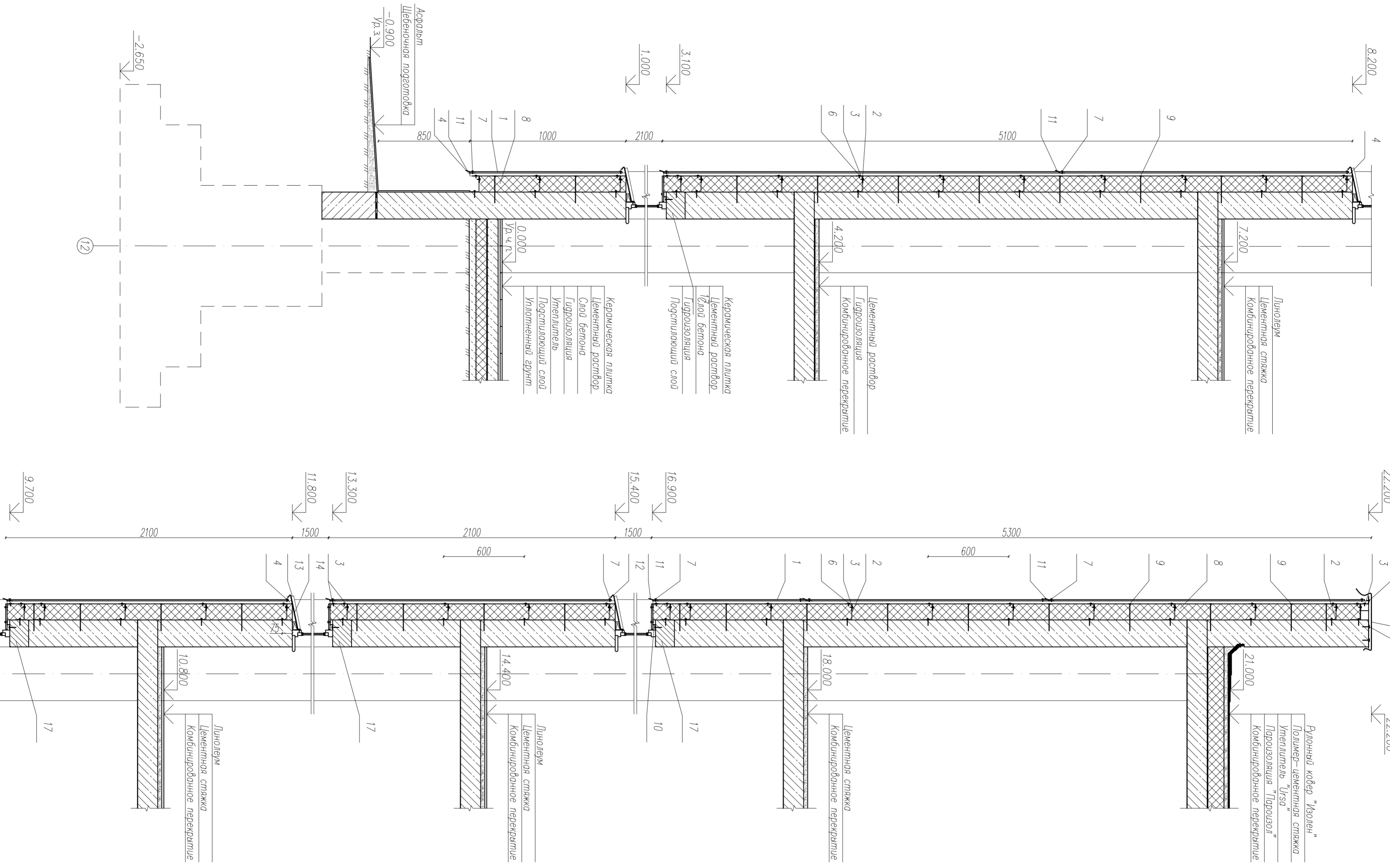


Ведомость зданий и сооружений

№ п/п	Наименование зданий и сооружений	Площадь застройки м.кв.
1	Проектируемое здание	650

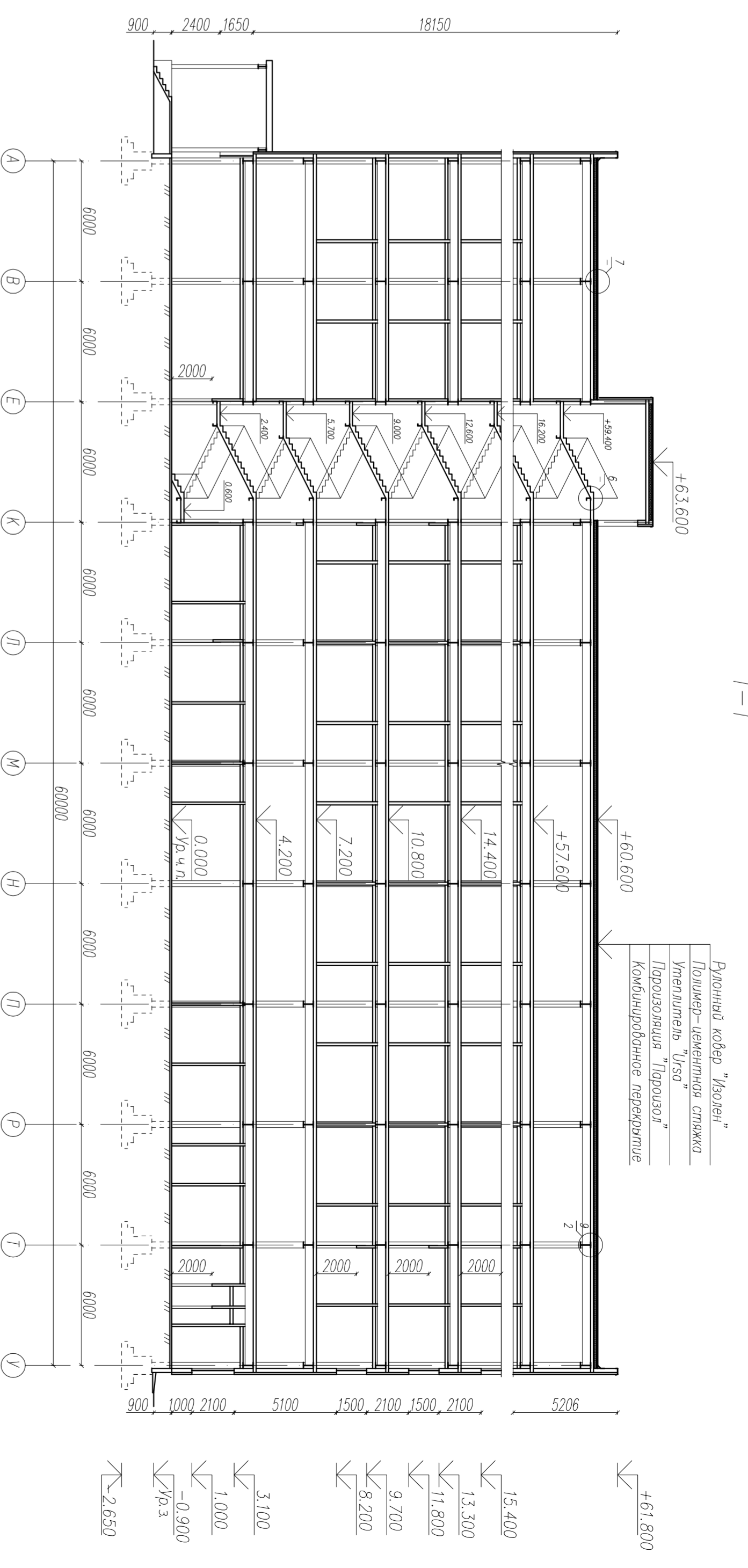
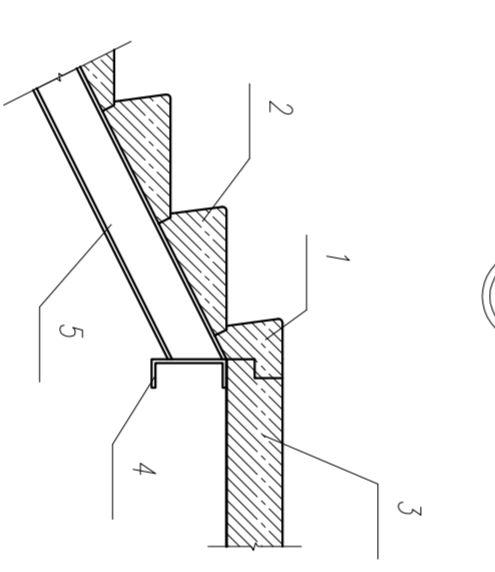
Этап	№	Исполнитель	Дата
Эскизный проект	1	Иванов И.И.	15.08.2017
	2	Петров П.П.	20.08.2017
Архитектурно-строительный проект	1	Иванов И.И.	25.09.2017
	2	Петров П.П.	30.09.2017
Рабочий проект	1	Иванов И.И.	05.10.2017
	2	Петров П.П.	10.10.2017
Исполнение	1	Иванов И.И.	15.10.2017
	2	Петров П.П.	20.10.2017

ВНР - 206/059-08/04-01-15/003-2017
Исходные данные действительны только для строительства элементов ПТ-здания по действующим нормам СНиП 30-05-2009 с учетом изменений и 2. Москва
Объект: Фоссаг 1-18, м.п. 1:200, генплан м.п. 1:500, разраб. Венгров
ПТ УИД: код. (к. кв. Г-2)м

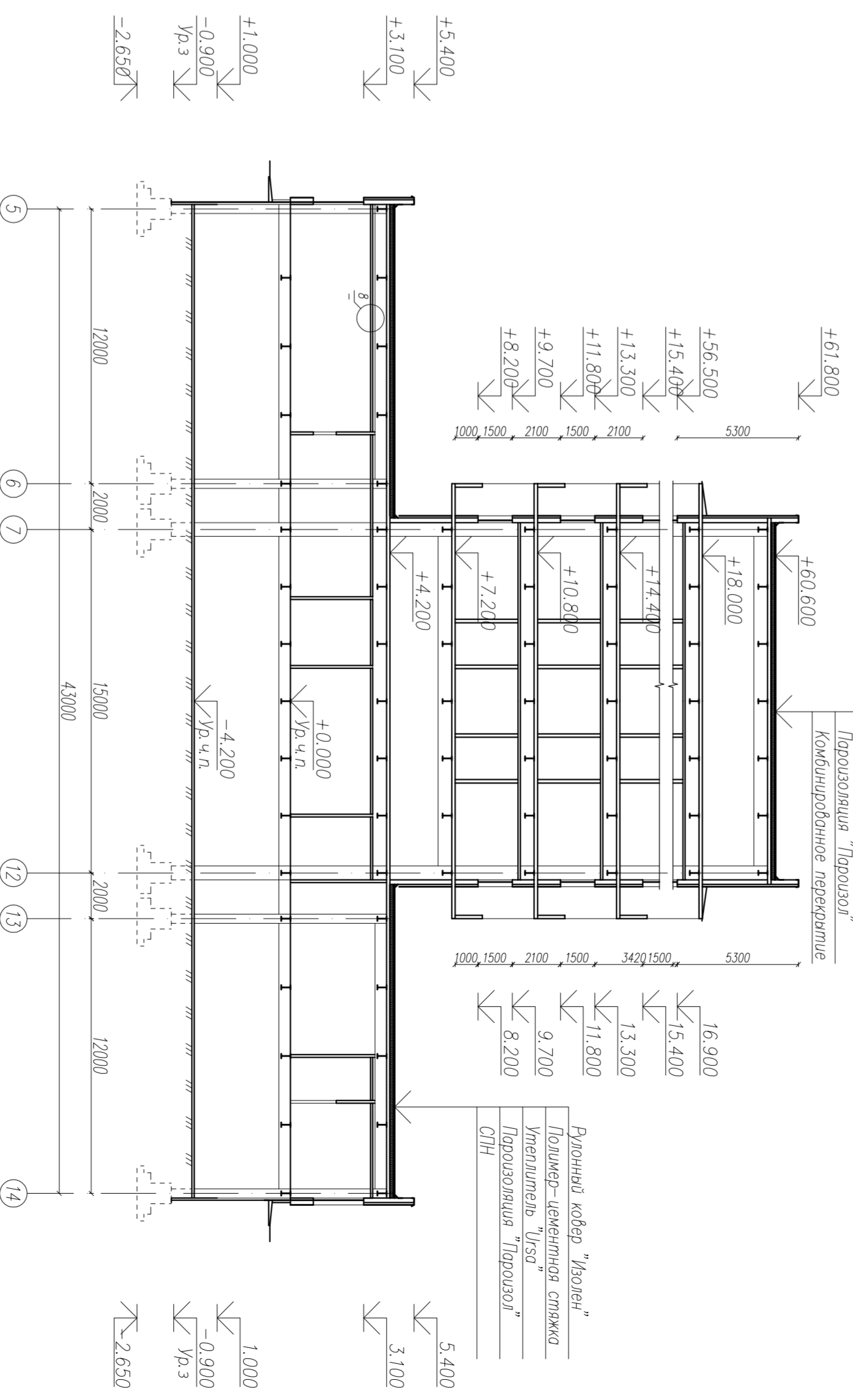


- 1. Облицовочная плита
- 2. Анкерный уголок П8х70
- 3. Горизонтальный уголок 50х50
- 4. Вертикальный П-образный элемент 70х20х22 (t=1,5мм)
- 5. Анкерный крепежный шуруп-саморез по металлу
- 6. Шуруп-саморез по металлу
- 7. Расстояние шуруп 4,5х25
- 8. Утеплитель
- 9. Дверь
- 10. Z-образный элемент 40х22х40
- 11. Планка горизонтального шва
- 12. Ступ из оцинкованной стали
- 13. Бортик шириной 20мм
- 14. Металлическая полка
- 15. Кровельные костыли с шагом 0,5м
- 16. Оцинкованный лист t=1мм
- 17. Перегородка П8-20,18,12

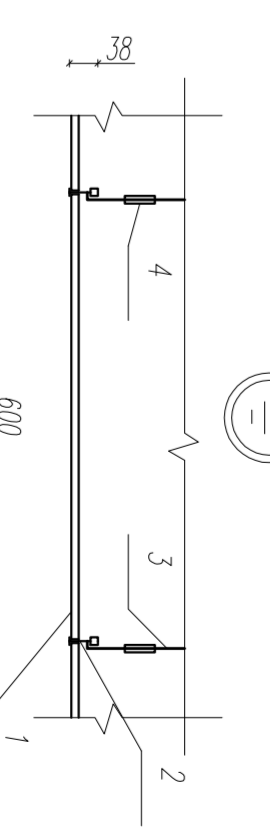
- 1. Верхняя фрезерованная ступень
- 2. Бортик ступень
- 3. Перила
- 4. Периловый бокс
- 5. Металлический корпус



2-2



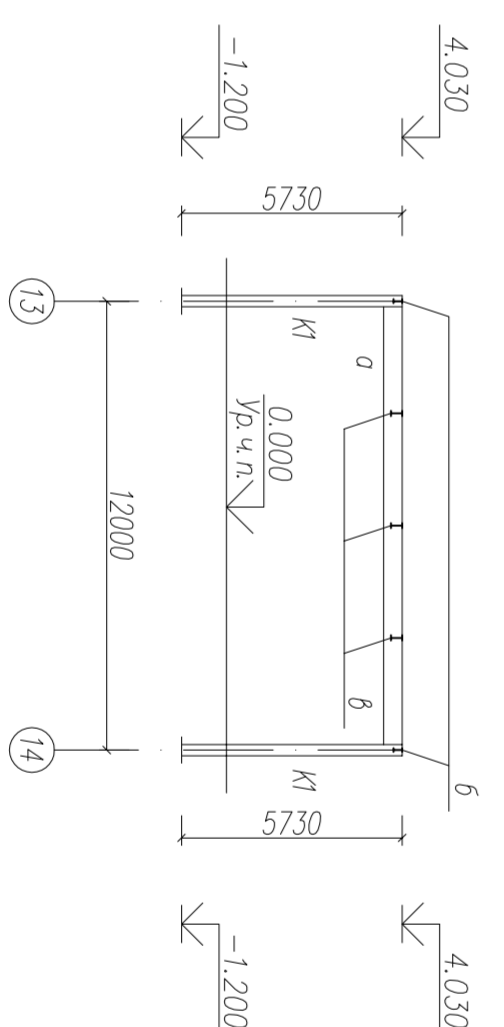
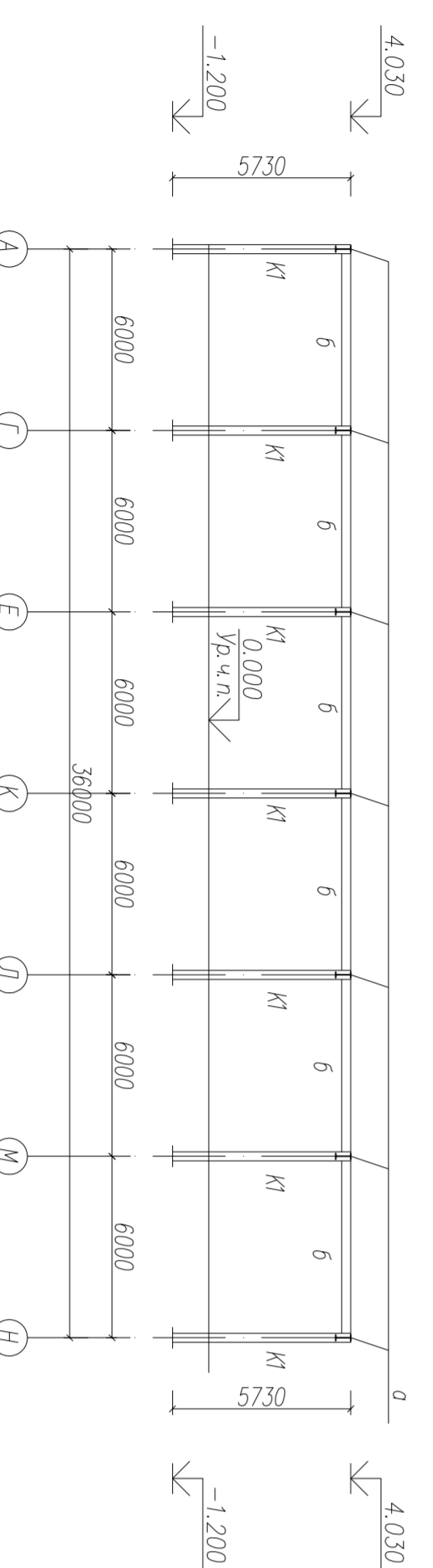
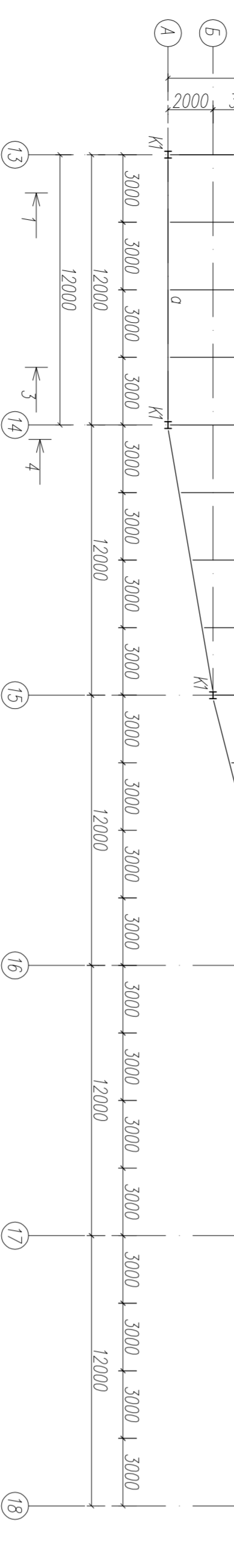
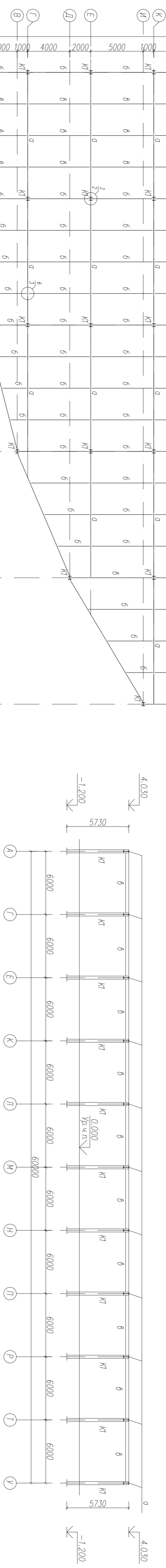
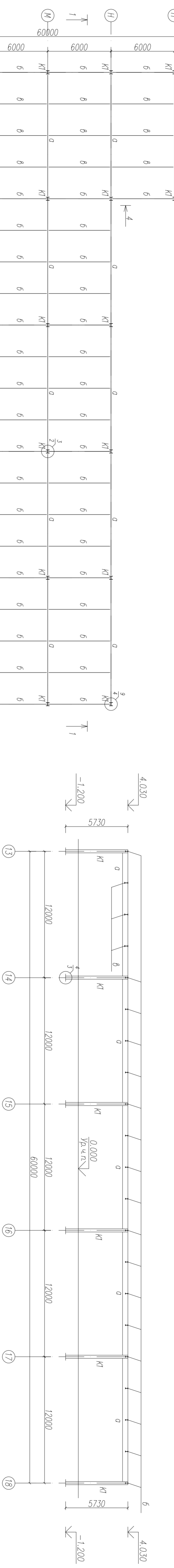
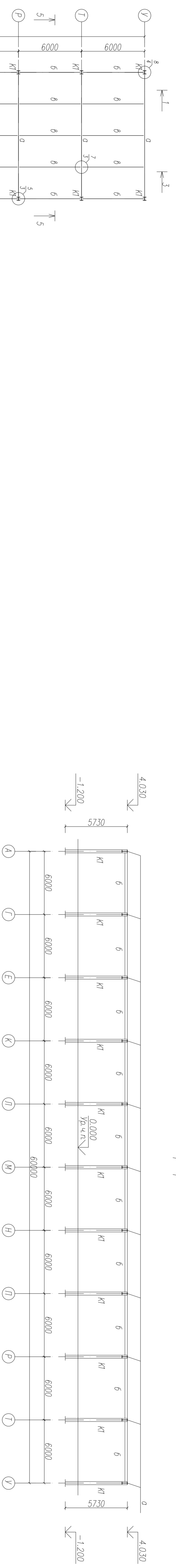
- 1. Зашлифка битумной мастики
- 2. Чаша водосточной воронки
- 3. Средствозащититель
- 4. Два разогретых слоя кровли, армированных стеклотканью
- 5. Зажимной хомут
- 6. Стяжная труба
- 7. Гильза из оцинкованной трубы
- 8. Резиновая прокладка



- 1. Плита пенопласта
- 2. Неущипанная проволока
- 3. Подкладка из круглого профиля
- 4. Распорка

Экспликация		Объем	
№	Наименование	м³	м²
1	Битумная мастика		
2	Средствозащититель		
3	Стекловолокно		
4	Стекловолокно		
5	Хомуты		
6	Стяжные трубы		
7	Гильзы		
8	Резиновые прокладки		

ВНГ-2008/09-08/01-15/003-2017
 Исполнительные работы по устройству кровли в здании №12
 по адресу: г. Москва, ул. Мясницкая, д. 12/1
 Разработчик: ООО "ВНГ"
 Проектировщик: А.И. Иванов



Технические требования

При монтаже конструкций сварные соединения выполнять ручной электродуговой сваркой, электроды типа Э42. Размеры элементов и деталей уточнять по месту. При изготовлении конструкций выполнять окраску металлоконструкций — 2 слоя эмалью ПФ-115 по грунту ГФ-021. После монтажа восстановить лакокрасочное покрытие на поврежденных участках и окрасить участки в местах монтажных узлов.

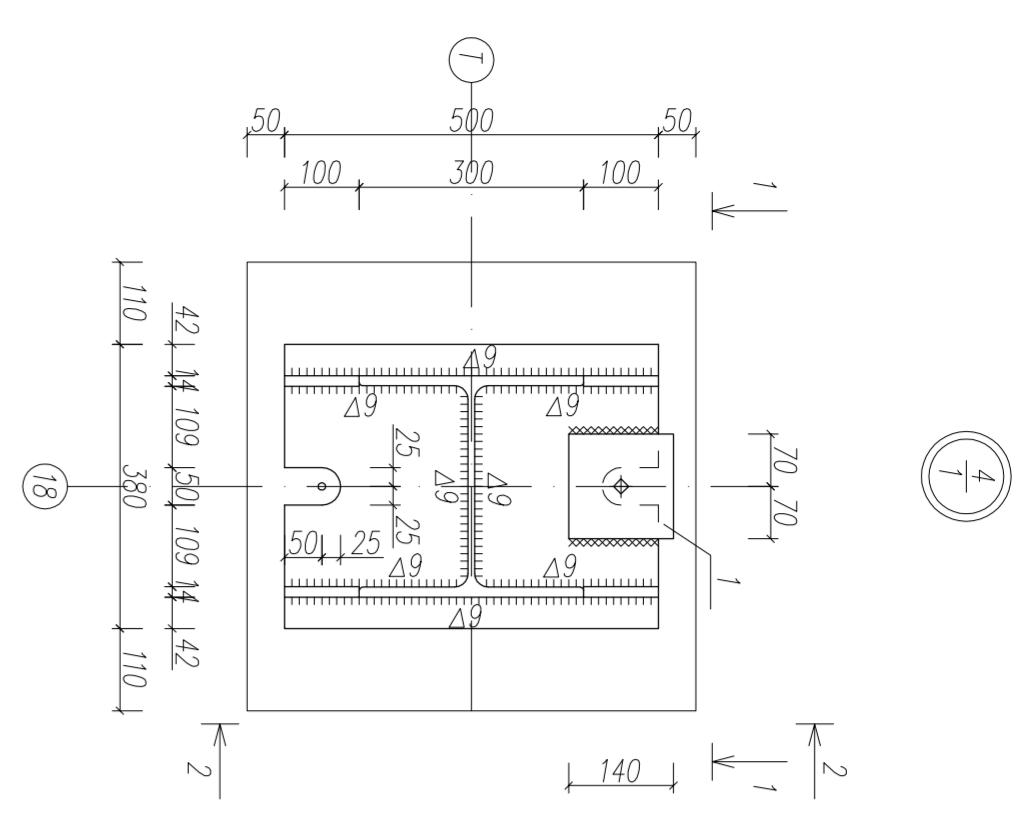
Ведомость элементов

Марка	Этаж	Поз.	Ориентированные				Группа констр.	Марка металла	Примечание
			М	Н	Н	О			
а	I		50,51	362,2	-49,5	150,9	II	С245	
б	I		2351	52,9	0	35,26	II	С245	
в	I		3051	88,51	0	59	II	С245	
к1	I		218,9	-219,3	52,13	II	С245		
			8,67	-94,1	5,1				
Н1							II	Ст3сп	

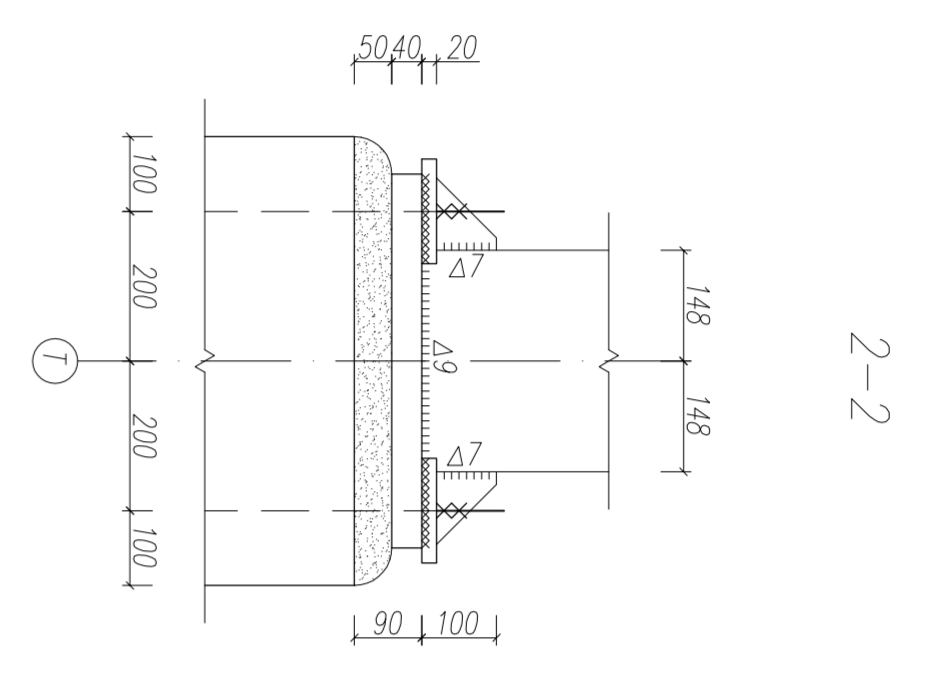
ВКР-206/0959-08/04.01-15/003-2017

Исходящие действительные работы конструкторских элементов П-этажного подполья-фидельного центра с подвешенным покрытием в 2 Мске

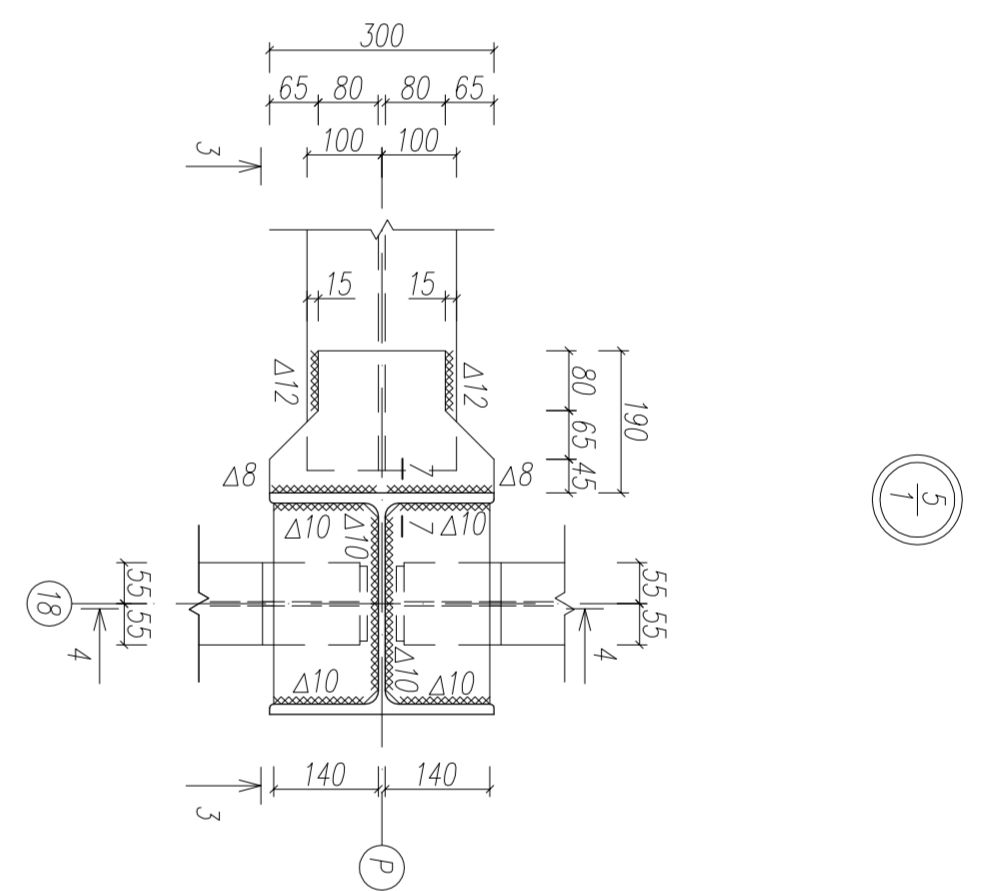
Этаж		Общая площадь этажа		Монтажный план элементов покрытия
Этаж	Площадь	Этаж	Площадь	
0/Ф	0	4	12	ПВ.И.Ковалев, стр.17-21м
Итого				



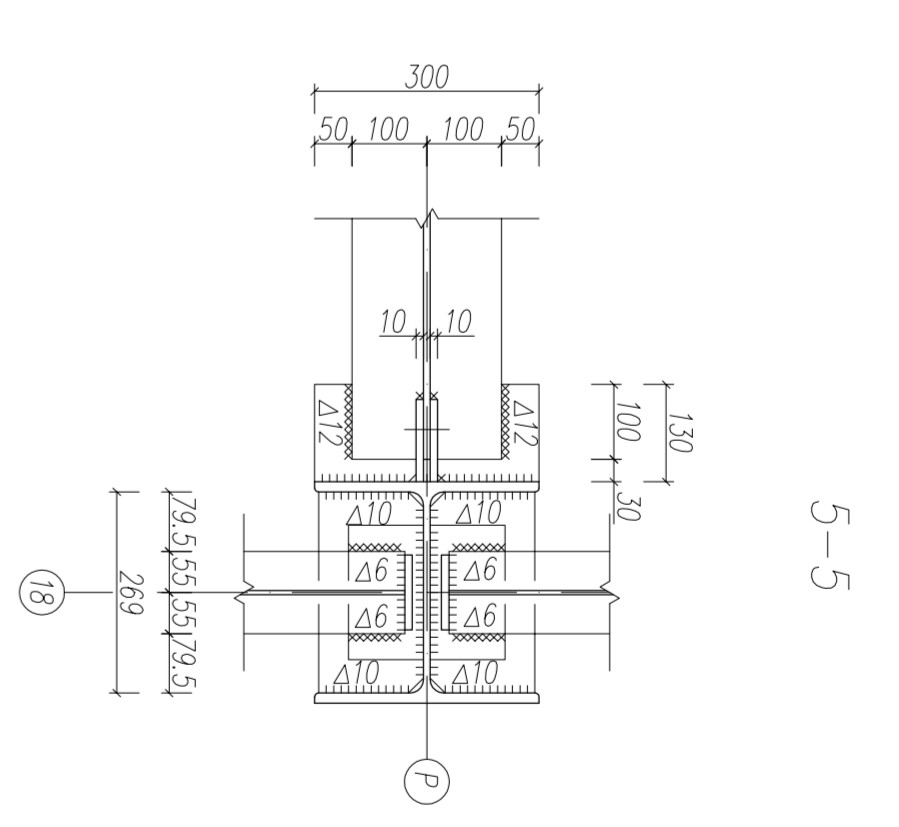
2-2



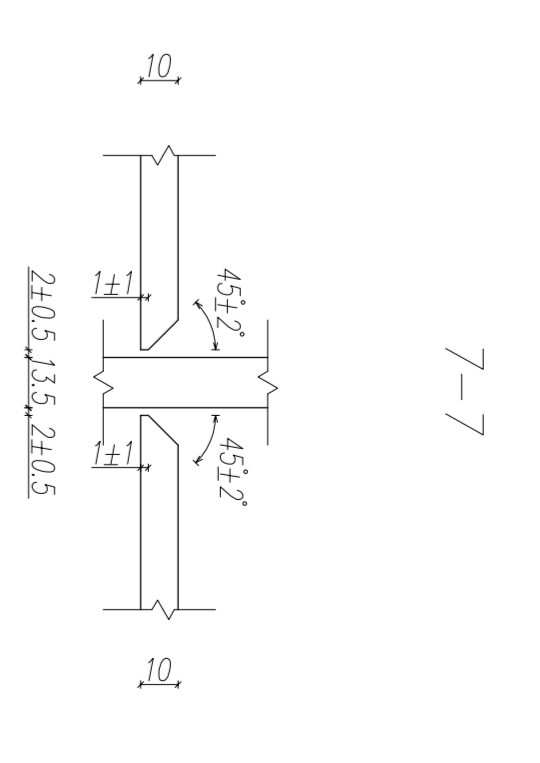
2-2



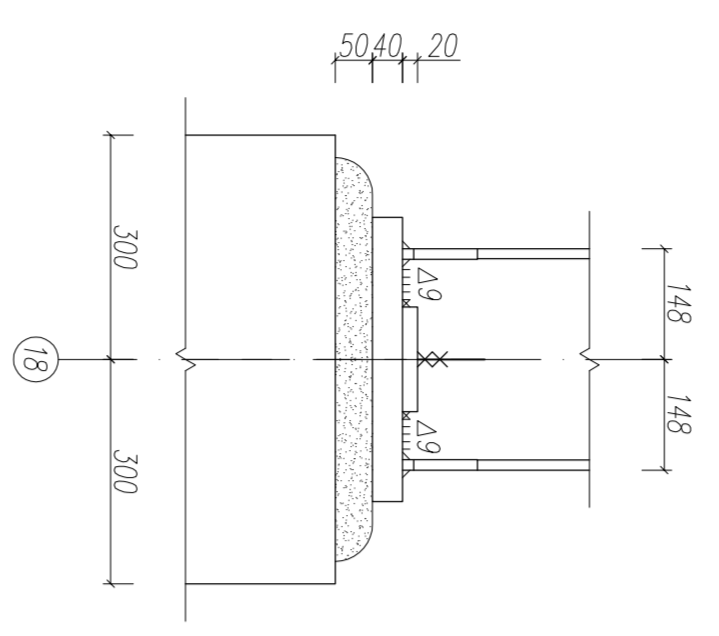
3-3



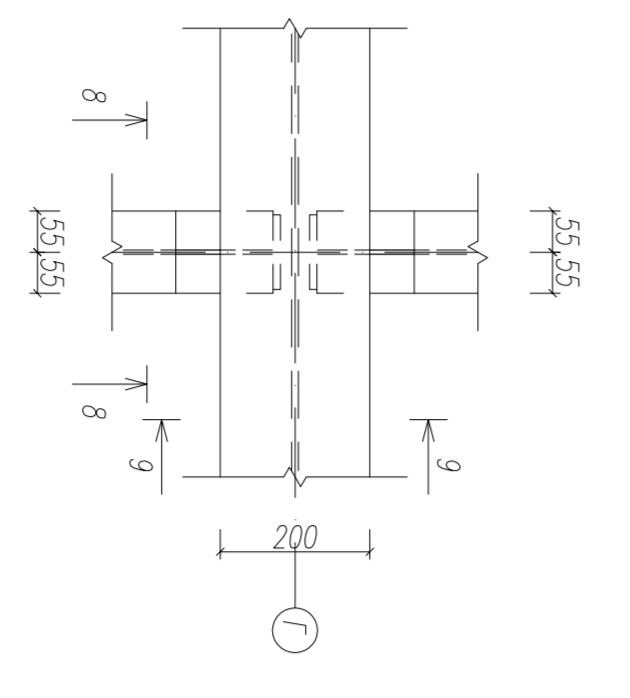
3-3



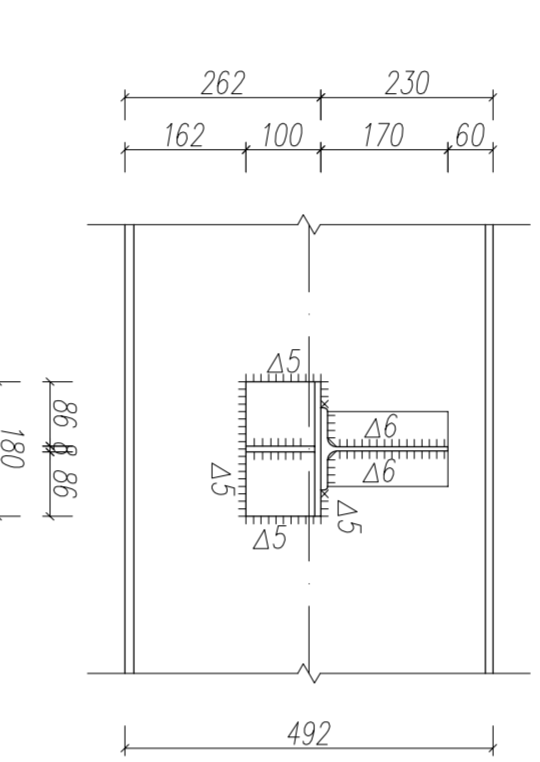
4-4



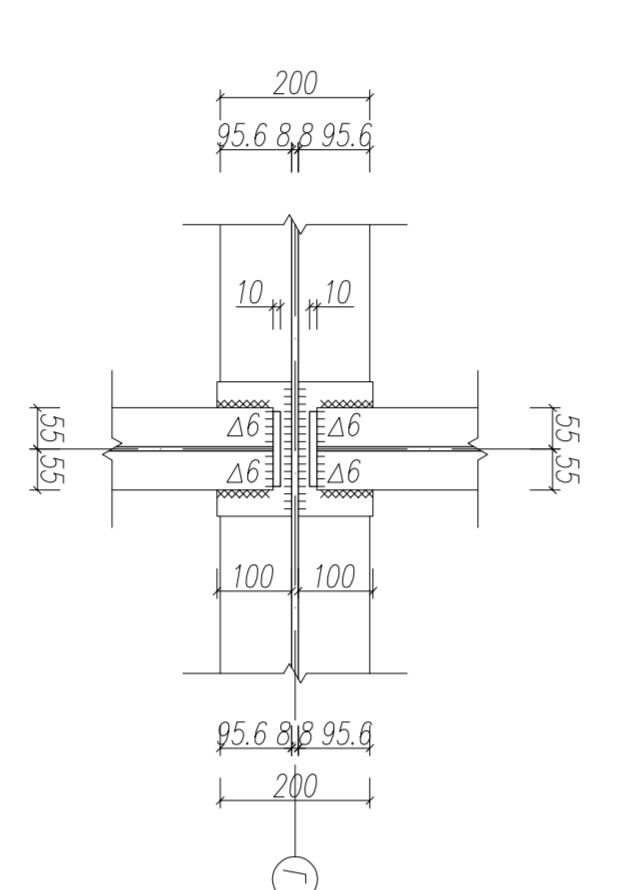
8-8



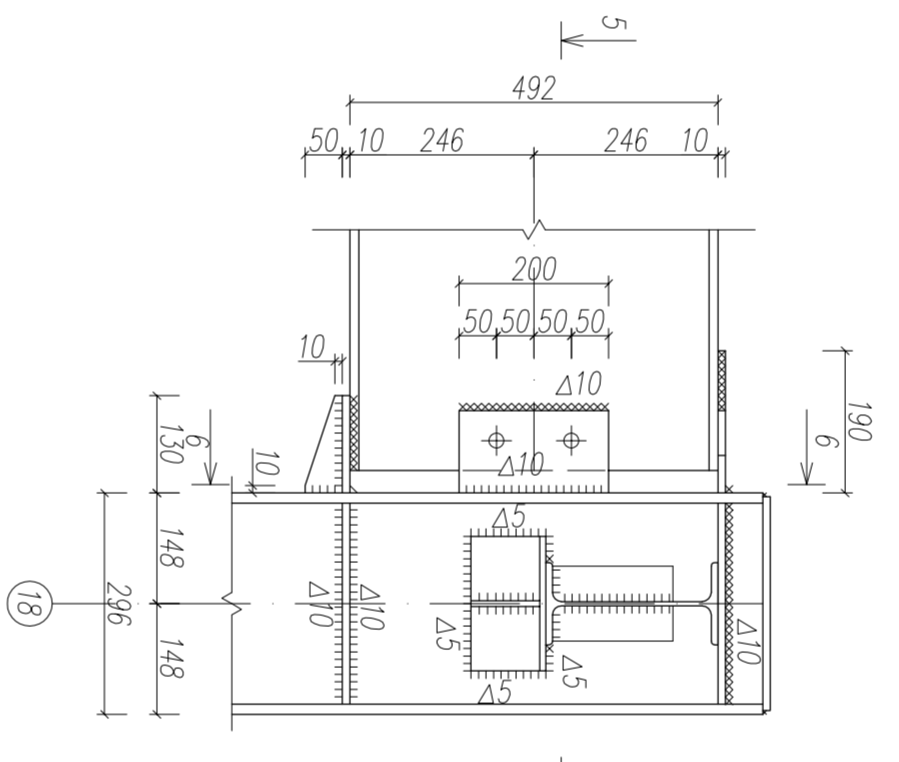
8-8



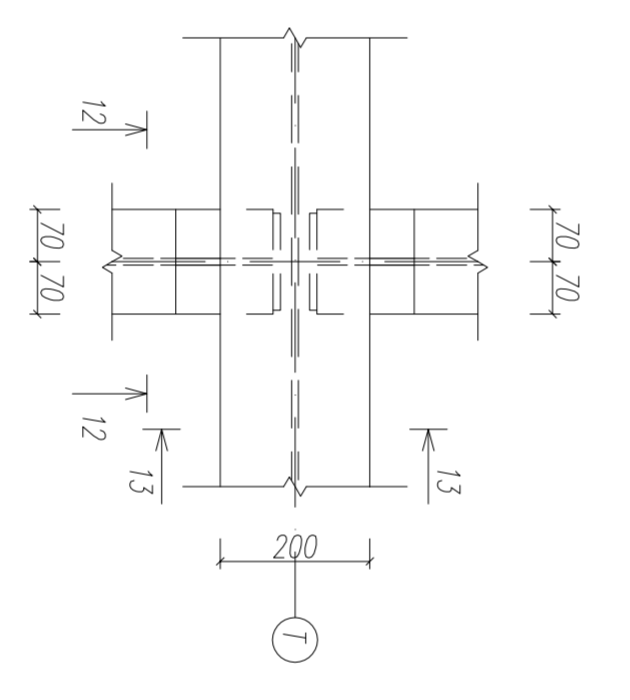
9-9



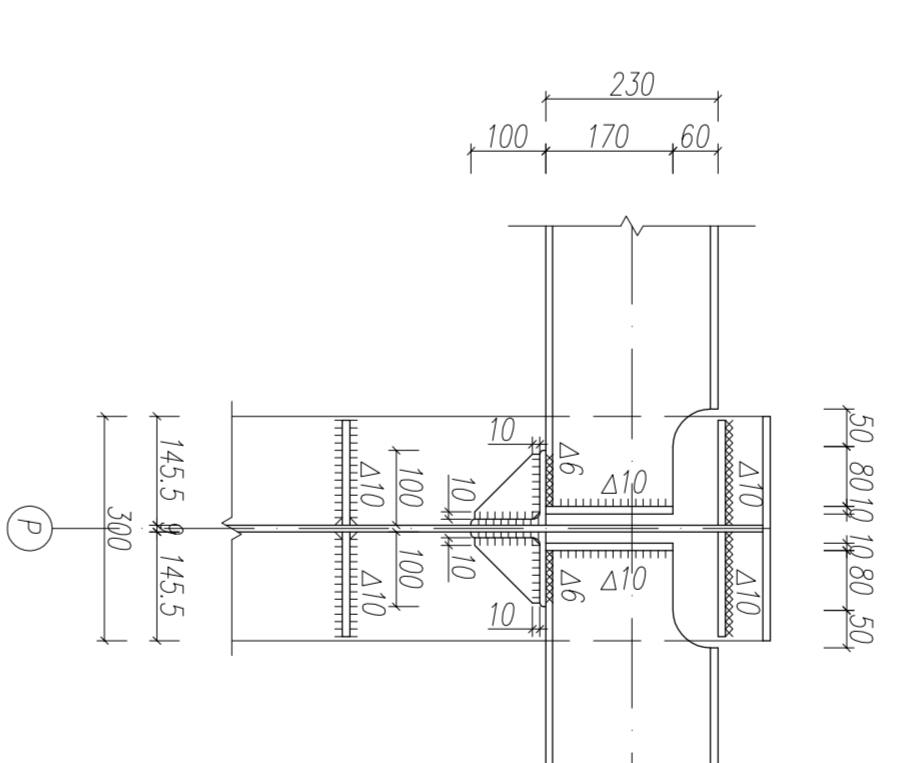
9-9



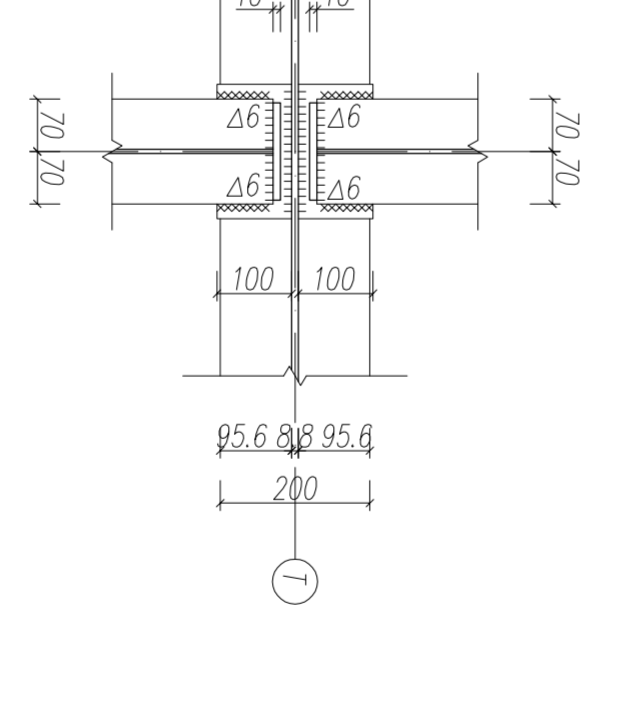
10-10



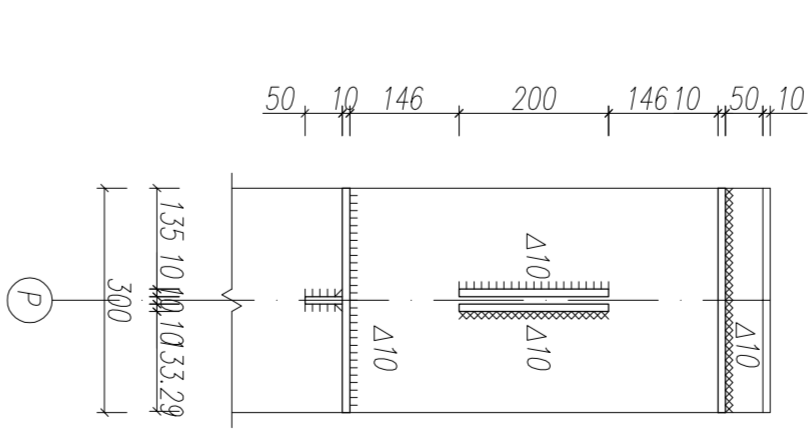
10-10



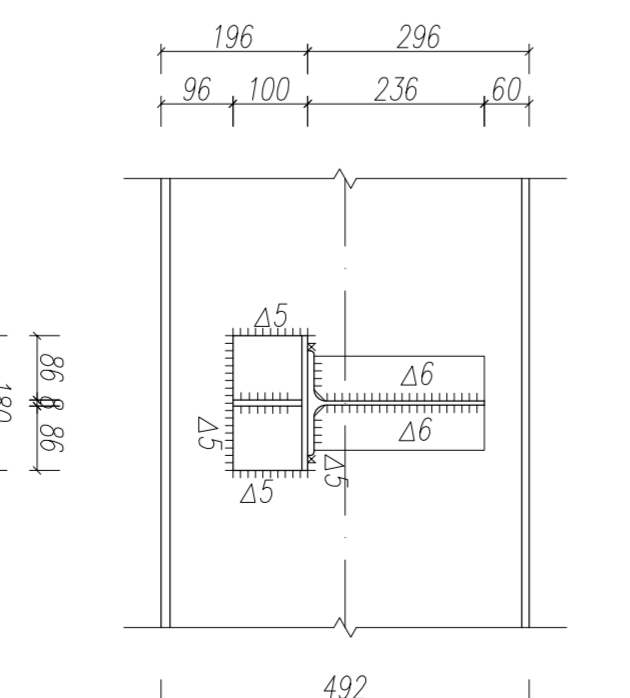
11-11



11-11



12-12



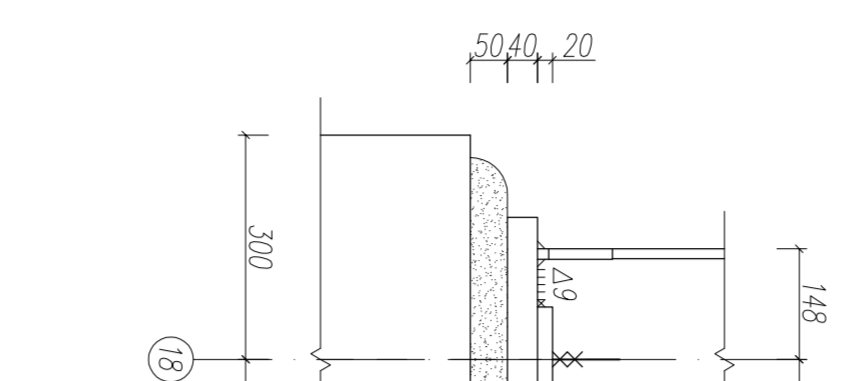
12-12



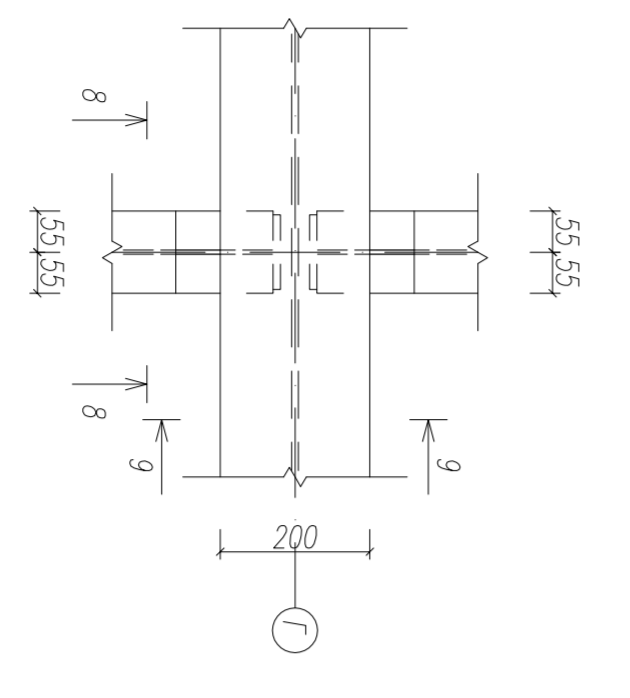
13-13



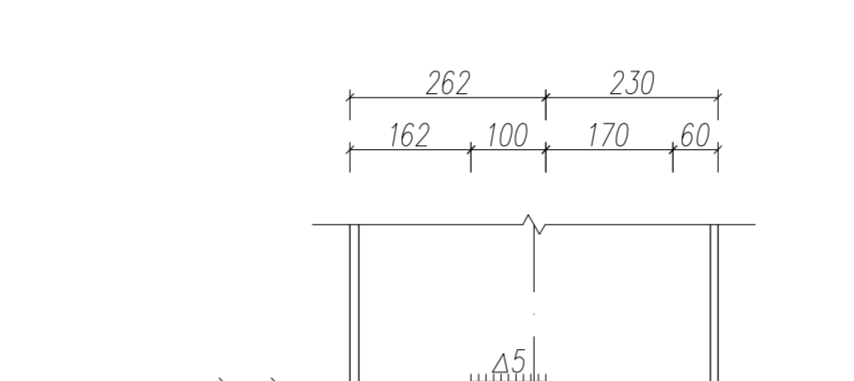
13-13



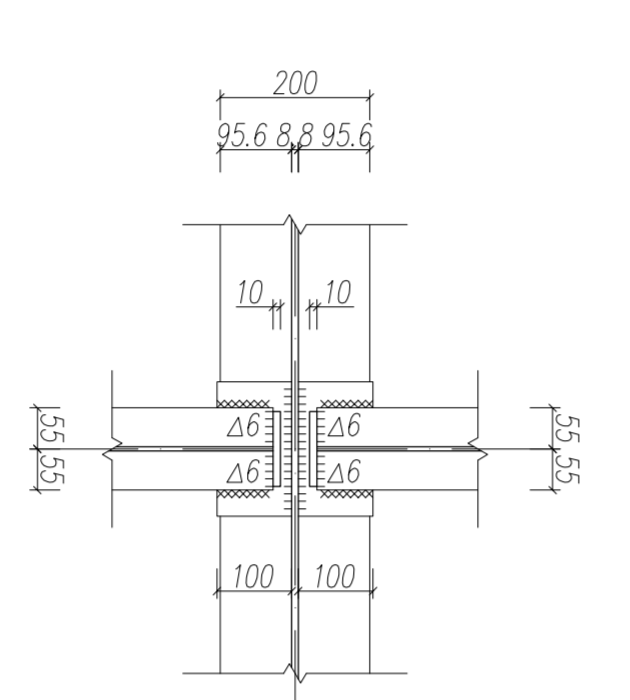
14-14



14-14



15-15

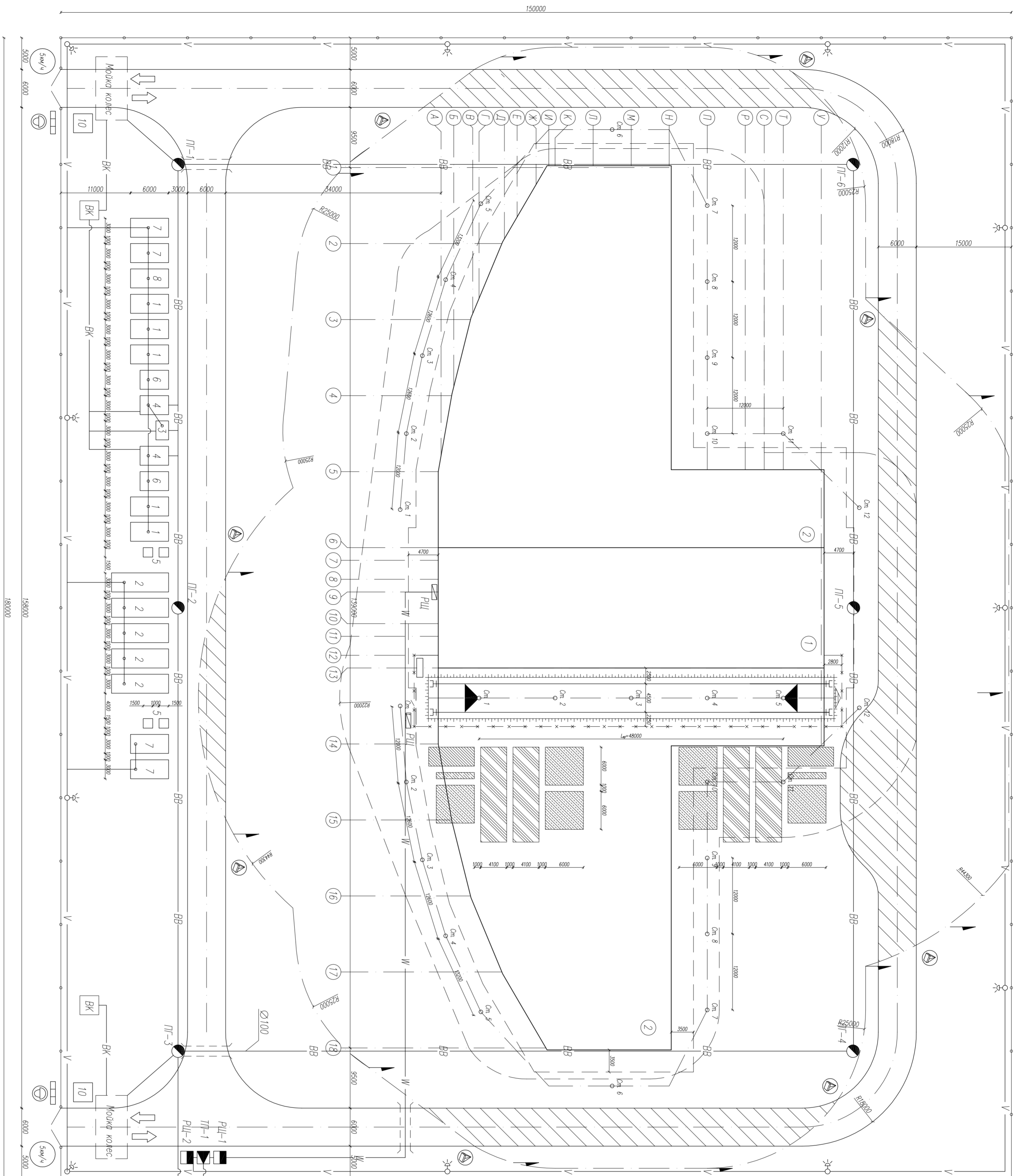


15-15

Технические требования

Отверстия под болты $\varnothing 22$ мм
 Монтажные болты М20 класс 5.8 по ГОСТ 1759.4-87*
 Электроды Э42 по ГОСТ 9467-75
 Катеты неогovorенных швов 6 мм
 Анкерные болты замянуть моментом закручивания М=30кжм
 Отверстие в анкерной плите по з1 $\varnothing 33$ мм

Элемент	Материал	Спецификация
Корпус	Сталь	ВКР-206-099-08.04.01-15/083-2017
Корпус	Сталь	Механические детали работы комплектных элементов П-электродов порошкового центрирования с подвешиванием на 50 штифтах в 2-х местах
Корпус	Сталь	Общие детали
Корпус	Сталь	ВКР
Корпус	Сталь	6
Корпус	Сталь	12
Корпус	Сталь	Узел 4-7
Корпус	Сталь	П/УС. код. (к. пр.) Г-2м



Условные обозначения

- ☒ Компоновка крана
- Монтажная зона
- Рабочая зона крана
- Опасная зона действия крана
- ⊕ Работать в защитной каске
- ⊕ Возможно падение груза
- ⊕ Распределительная подстанция
- ⊕ Распределительный щит
- ⊕ Покраситель освещения
- ⊕ Замена крановых путей
- ⊕ Временное ограждение
- ⊕ Пожарный аларм
- ⊕ Зона складовых разгрузок
- ⊕ Зона складовых колен
- ⊕ Зона складовых проемов
- ⊕ Зона складовых перегородок
- ⊕ Временная водопроводная сеть
- ⊕ Временная отопительная сеть
- ⊕ Временная слаботочная сеть
- ⊕ Утепляющая сетка
- ⊕ Утепляющая водопроводная сеть
- ⊕ Ограждение скрутки
- ⊕ Ограждение скрутки
- ⊕ Логист объект
- ⊕ Яма для сточных вод

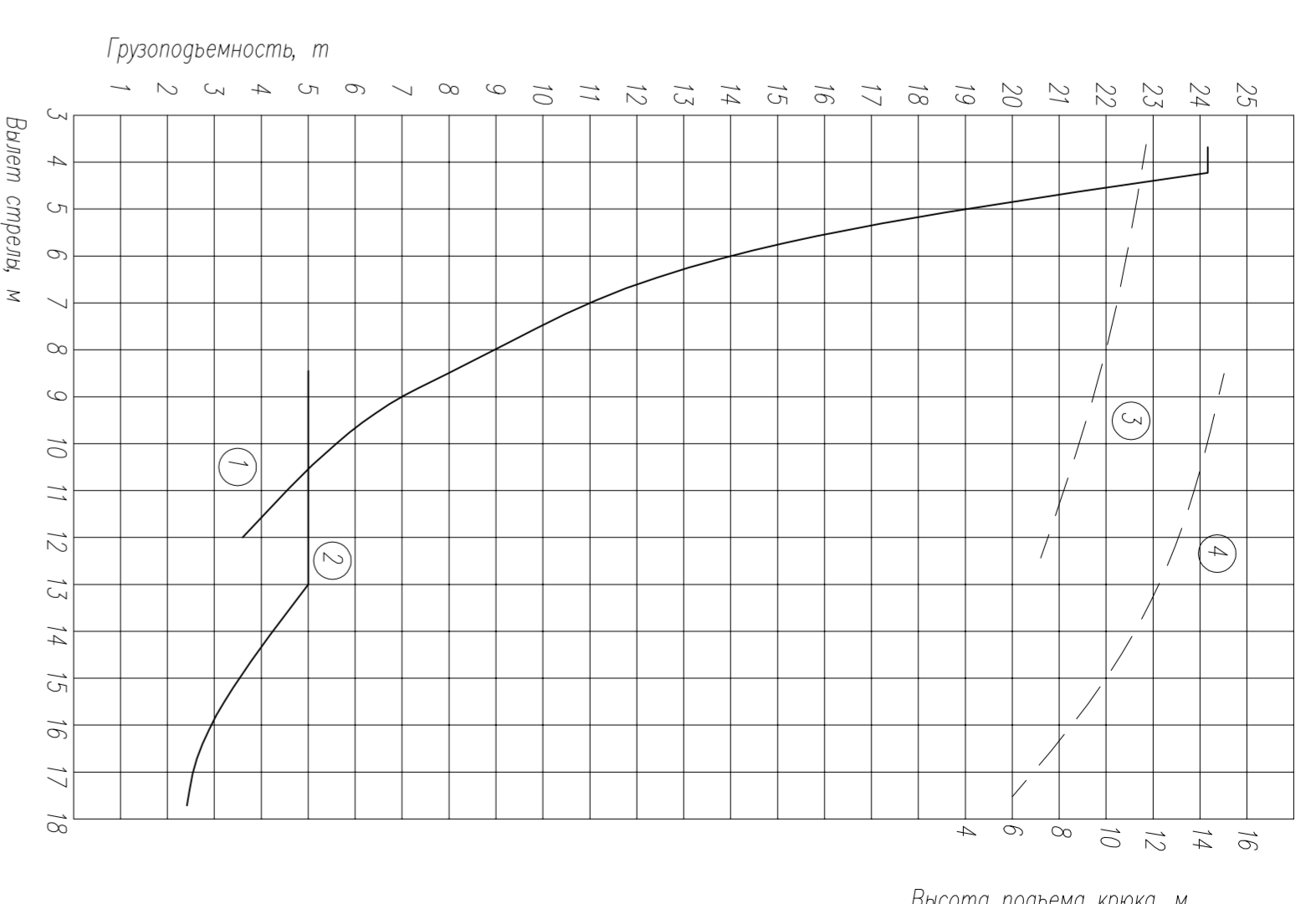
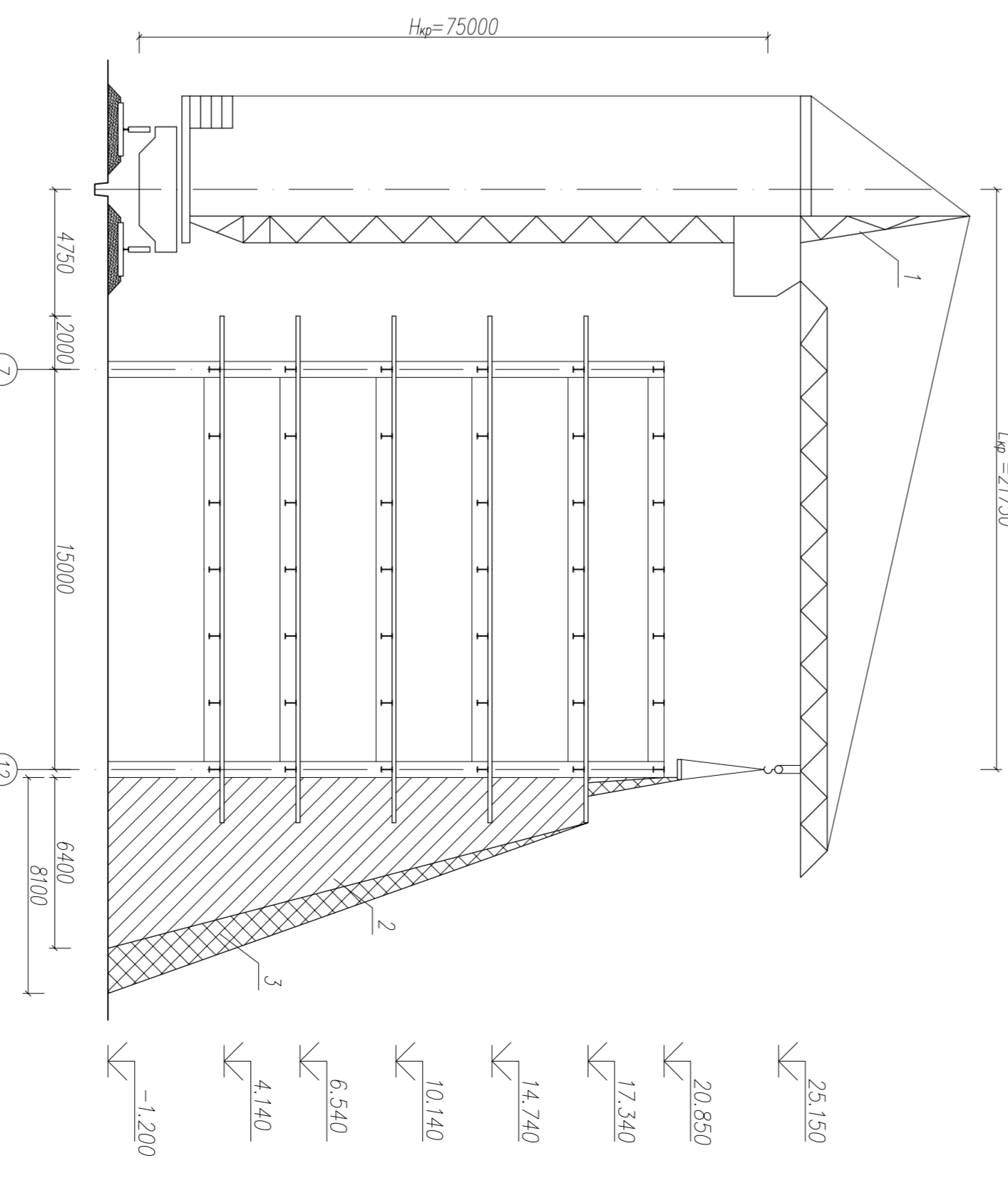


Рис. 23.2 со стрелой 12,5м с жестким рычагом

Схема габаритной привязки и основных зон



1. Монтажный кран КБ-50.4.1
2. Зона возможного падения груза с зоны
3. Зона возможного падения груза с крана

Указания к производству работ

1. Защитное ограждение территорин строительства должно иметь высоту 1,8 м
2. Рабочие места и проходы к ним, расположенные на расстоянии более 2м от границы перелома высот должны иметь стационарное ограждение
3. Границы опасных зон монтажа, перемещения грузов краном должны иметь обозначение
4. На территории строительной площадки должны быть размещены знаки безопасности по ГОСТ Р 12.4026-2001
5. При выезде с территории строительства должны производиться мойка колес

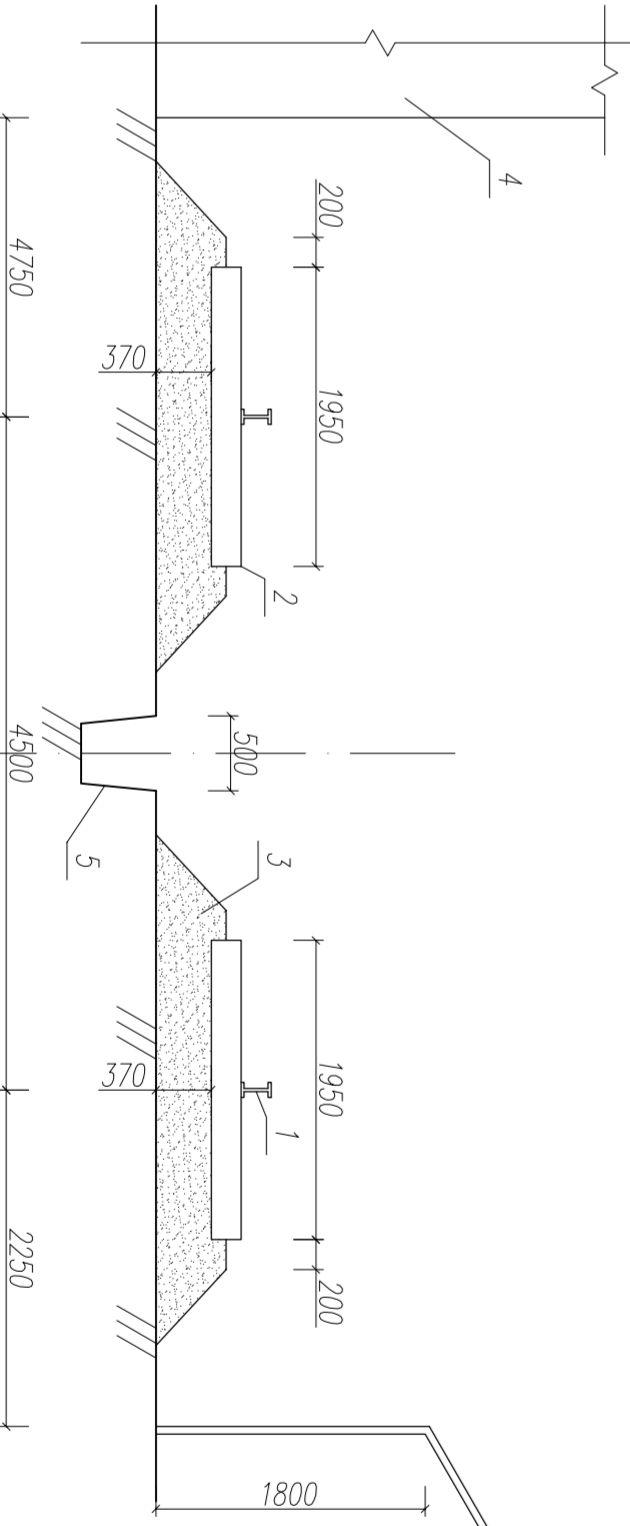
Экспликация зонной

№	Наименование помещения	Расчетная площадь	Принятые размеры	Конструкция
1	Гардеробная	94,5	6,3 – 5шт	компейвер
2	Поклоение откоса и приемо	121	9,3 – 5шт	компейвер
3	Укладочная	6	2,3 – 1шт	компейвер
4	Душевая	45	4,5х3 – 2шт	компейвер
5	Туалет	9	1,5х1,5 – 4шт	биотуалет
6	Ошувная	24	4х3 – 2шт	компейвер
7	Продовольская	67	6,3 – 4шт	компейвер
8	Диспетчерская	14	6,3 – 1шт	компейвер
9	КПП	18	3,3 – 2шт	компейвер

Технико-экономические показатели по строительству

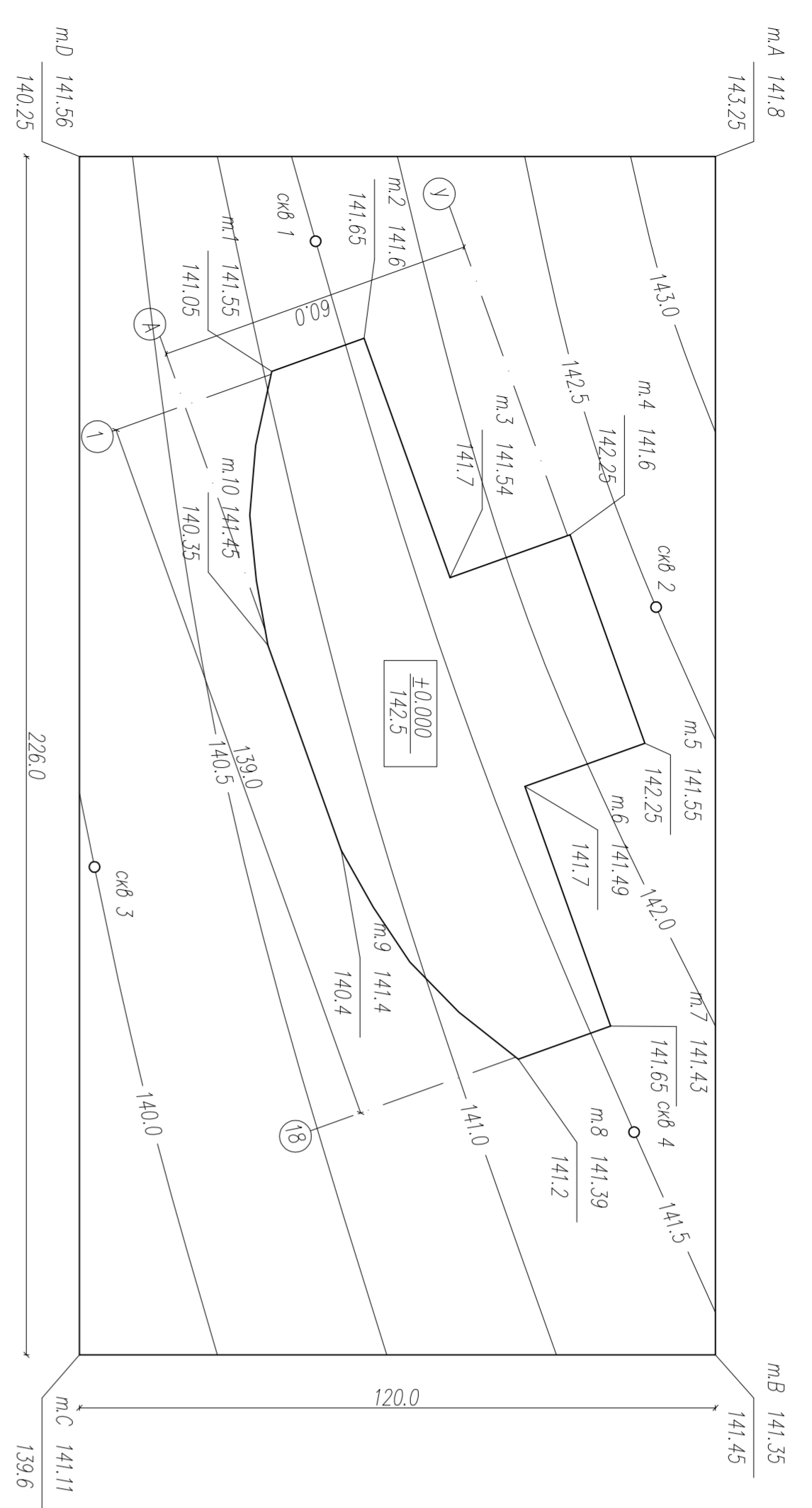
Коды	Наименование	Ед. изм.	Значение	Обоснование
S _{стр}	Площадь строительной площадки	м ²	27000	
S _п	Площадь застройки	м ²	6150	
S _к	Площадь врезанных зонной	м ²	381	
S _{зд}	Площадь складов	м ²	373	
L _д	Протяженность дороги	м	560	
L _в	Протяженность электросети	м	748	
L _{вд}	Протяженность водопровода	м	527,6	
L _{от}	Протяженность отопительной	м	759,8	
K _с	коэффициент застройки		0,256	
K _к	коэффициент ист. территории		0,382	

Поперечный профиль рельсового пути

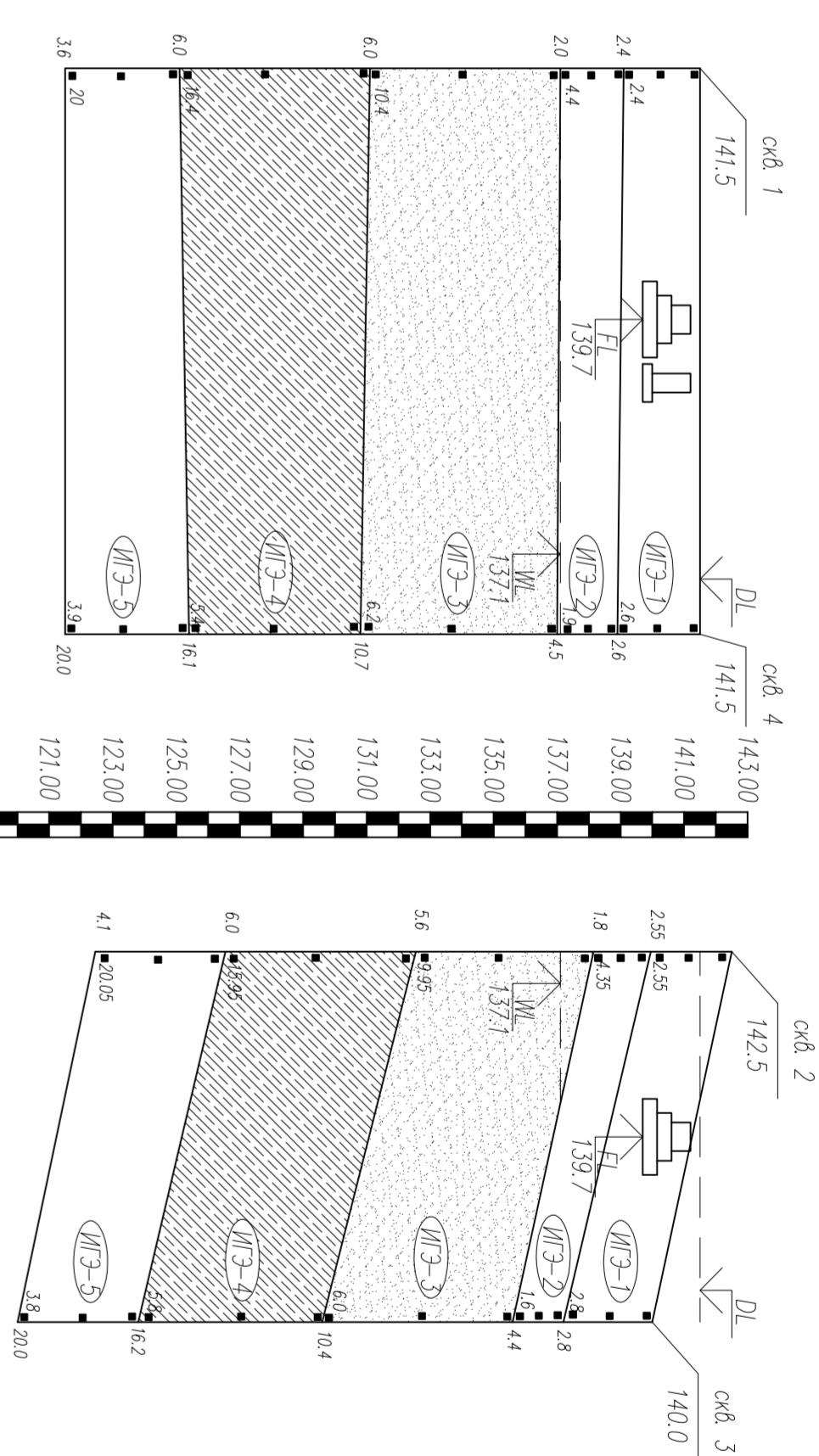


Знак	Код	Наименование	Обозначение
Круг	К1	Круг	К1
Квадрат	К2	Квадрат	К2
Треугольник	К3	Треугольник	К3
Ромб	К4	Ромб	К4
Пятиугольник	К5	Пятиугольник	К5
Шестиугольник	К6	Шестиугольник	К6
Седмиугольник	К7	Седмиугольник	К7
Восьмиугольник	К8	Восьмиугольник	К8
Десятиугольник	К9	Десятиугольник	К9
Одиннадцатигульник	К10	Одиннадцатигульник	К10
Двенадцатигульник	К11	Двенадцатигульник	К11
Тринадцатигульник	К12	Тринадцатигульник	К12
Четырнадцатигульник	К13	Четырнадцатигульник	К13
Пятнадцатигульник	К14	Пятнадцатигульник	К14
Шестнадцатигульник	К15	Шестнадцатигульник	К15
Семнадцатигульник	К16	Семнадцатигульник	К16
Восьмнадцатигульник	К17	Восьмнадцатигульник	К17
Десятишестигульник	К18	Десятишестигульник	К18
Одиннадцатигульник	К19	Одиннадцатигульник	К19
Двенадцатигульник	К20	Двенадцатигульник	К20
Тринадцатигульник	К21	Тринадцатигульник	К21
Четырнадцатигульник	К22	Четырнадцатигульник	К22
Пятнадцатигульник	К23	Пятнадцатигульник	К23
Шестнадцатигульник	К24	Шестнадцатигульник	К24
Семнадцатигульник	К25	Семнадцатигульник	К25
Восьмнадцатигульник	К26	Восьмнадцатигульник	К26
Десятишестигульник	К27	Десятишестигульник	К27
Одиннадцатигульник	К28	Одиннадцатигульник	К28
Двенадцатигульник	К29	Двенадцатигульник	К29
Тринадцатигульник	К30	Тринадцатигульник	К30
Четырнадцатигульник	К31	Четырнадцатигульник	К31
Пятнадцатигульник	К32	Пятнадцатигульник	К32
Шестнадцатигульник	К33	Шестнадцатигульник	К33
Семнадцатигульник	К34	Семнадцатигульник	К34
Восьмнадцатигульник	К35	Восьмнадцатигульник	К35
Десятишестигульник	К36	Десятишестигульник	К36
Одиннадцатигульник	К37	Одиннадцатигульник	К37
Двенадцатигульник	К38	Двенадцатигульник	К38
Тринадцатигульник	К39	Тринадцатигульник	К39
Четырнадцатигульник	К40	Четырнадцатигульник	К40
Пятнадцатигульник	К41	Пятнадцатигульник	К41
Шестнадцатигульник	К42	Шестнадцатигульник	К42
Семнадцатигульник	К43	Семнадцатигульник	К43
Восьмнадцатигульник	К44	Восьмнадцатигульник	К44
Десятишестигульник	К45	Десятишестигульник	К45
Одиннадцатигульник	К46	Одиннадцатигульник	К46
Двенадцатигульник	К47	Двенадцатигульник	К47
Тринадцатигульник	К48	Тринадцатигульник	К48
Четырнадцатигульник	К49	Четырнадцатигульник	К49
Пятнадцатигульник	К50	Пятнадцатигульник	К50
Шестнадцатигульник	К51	Шестнадцатигульник	К51
Семнадцатигульник	К52	Семнадцатигульник	К52
Восьмнадцатигульник	К53	Восьмнадцатигульник	К53
Десятишестигульник	К54	Десятишестигульник	К54
Одиннадцатигульник	К55	Одиннадцатигульник	К55
Двенадцатигульник	К56	Двенадцатигульник	К56
Тринадцатигульник	К57	Тринадцатигульник	К57
Четырнадцатигульник	К58	Четырнадцатигульник	К58
Пятнадцатигульник	К59	Пятнадцатигульник	К59
Шестнадцатигульник	К60	Шестнадцатигульник	К60
Семнадцатигульник	К61	Семнадцатигульник	К61
Восьмнадцатигульник	К62	Восьмнадцатигульник	К62
Десятишестигульник	К63	Десятишестигульник	К63
Одиннадцатигульник	К64	Одиннадцатигульник	К64
Двенадцатигульник	К65	Двенадцатигульник	К65
Тринадцатигульник	К66	Тринадцатигульник	К66
Четырнадцатигульник	К67	Четырнадцатигульник	К67
Пятнадцатигульник	К68	Пятнадцатигульник	К68
Шестнадцатигульник	К69	Шестнадцатигульник	К69
Семнадцатигульник	К70	Семнадцатигульник	К70
Восьмнадцатигульник	К71	Восьмнадцатигульник	К71
Десятишестигульник	К72	Десятишестигульник	К72
Одиннадцатигульник	К73	Одиннадцатигульник	К73
Двенадцатигульник	К74	Двенадцатигульник	К74
Тринадцатигульник	К75	Тринадцатигульник	К75
Четырнадцатигульник	К76	Четырнадцатигульник	К76
Пятнадцатигульник	К77	Пятнадцатигульник	К77
Шестнадцатигульник	К78	Шестнадцатигульник	К78
Семнадцатигульник	К79	Семнадцатигульник	К79
Восьмнадцатигульник	К80	Восьмнадцатигульник	К80
Десятишестигульник	К81	Десятишестигульник	К81
Одиннадцатигульник	К82	Одиннадцатигульник	К82
Двенадцатигульник	К83	Двенадцатигульник	К83
Тринадцатигульник	К84	Тринадцатигульник	К84
Четырнадцатигульник	К85	Четырнадцатигульник	К85
Пятнадцатигульник	К86	Пятнадцатигульник	К86
Шестнадцатигульник	К87	Шестнадцатигульник	К87
Семнадцатигульник	К88	Семнадцатигульник	К88
Восьмнадцатигульник	К89	Восьмнадцатигульник	К89
Десятишестигульник	К90	Десятишестигульник	К90
Одиннадцатигульник	К91	Одиннадцатигульник	К91
Двенадцатигульник	К92	Двенадцатигульник	К92
Тринадцатигульник	К93	Тринадцатигульник	К93
Четырнадцатигульник	К94	Четырнадцатигульник	К94
Пятнадцатигульник	К95	Пятнадцатигульник	К95
Шестнадцатигульник	К96	Шестнадцатигульник	К96
Семнадцатигульник	К97	Семнадцатигульник	К97
Восьмнадцатигульник	К98	Восьмнадцатигульник	К98
Десятишестигульник	К99	Десятишестигульник	К99
Одиннадцатигульник	К100	Одиннадцатигульник	К100

Схема плана строительной площадки и геологических выработок М 1:1000



Инженерно-геологический разрез I-I
верт. 1:200, гор. 1:500



Инженерно-геологический разрез II-II
верт. 1:200, гор. 1:500

Наименование выработки	свд 1	свд 4	свд 2	свд 3
Расстояние между выработками, м	141,5	141,5	142,5	140,0
Абсолютная отметка устья скважин, м	121,00	123,00	123,00	121,00

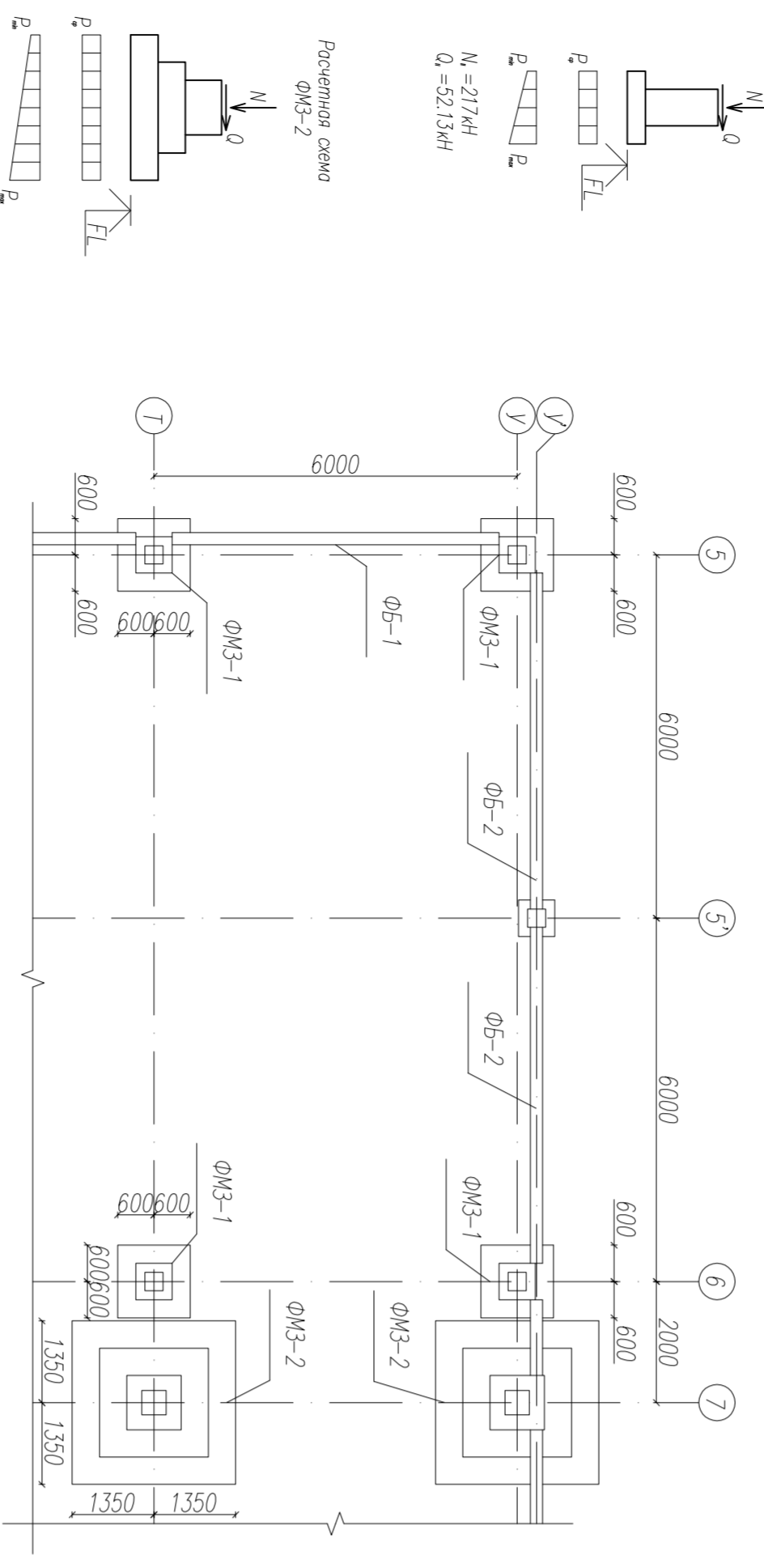
Условные обозначения

- ИГЗ-1 Осадка прилегающих грунтов
- ИГЗ-2 Глина полутвердая
- ИГЗ-3 Песок средней крупности, средней крупности, насыщенный водой
- ИГЗ-4 Орешки тушняка
- ИГЗ-5 Орешки полутвердой
- Свд 1 Скважина
- Место отбора проб

Характеристики

- $\gamma_s = 19,99 \text{ кН/м}^3$
- $C_u = 23 \text{ кПа}$
- $E_s = 14 \text{ МПа}$
- $\gamma_s = 19,4 \text{ кН/м}^3$
- $C_u = 43 \text{ кПа}$
- $E_s = 18 \text{ МПа}$
- $\gamma_s = 9,98 \text{ кН/м}^3$
- $C_u = 1 \text{ кПа}$
- $E_s = 28 \text{ МПа}$
- $\gamma_s = 10,44 \text{ кН/м}^3$
- $C_u = 5 \text{ кПа}$
- $E_s = 16 \text{ МПа}$
- $\gamma_s = 9,88 \text{ кН/м}^3$
- $C_u = 25 \text{ кПа}$
- $E_s = 22 \text{ МПа}$

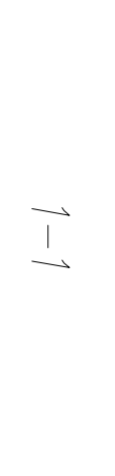
Фрагмент плана фундаментов



ФМЗ-1
Опалубочный чертёж



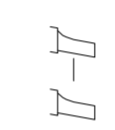
ФМЗ-2
Опалубочный чертёж



ФМЗ-3
Опалубочный чертёж



ФМЗ-4
Опалубочный чертёж



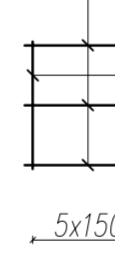
ФМЗ-5
Опалубочный чертёж



ФМЗ-6
Опалубочный чертёж



ФМЗ-7
Опалубочный чертёж



ФМЗ-8
Опалубочный чертёж



ФМЗ-9
Опалубочный чертёж



ФМЗ-10
Опалубочный чертёж



ФМЗ-11
Опалубочный чертёж



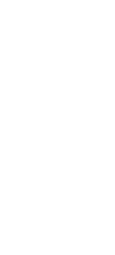
ФМЗ-12
Опалубочный чертёж



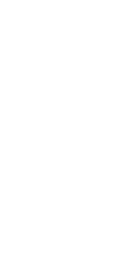
ФМЗ-13
Опалубочный чертёж



ФМЗ-14
Опалубочный чертёж



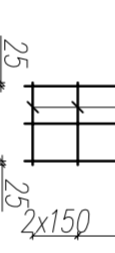
ФМЗ-15
Опалубочный чертёж



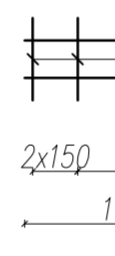
ФМЗ-16
Опалубочный чертёж



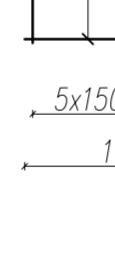
ФМЗ-17
Опалубочный чертёж



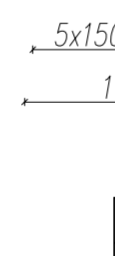
ФМЗ-18
Опалубочный чертёж



ФМЗ-19
Опалубочный чертёж



ФМЗ-20
Опалубочный чертёж



ФМЗ-21
Опалубочный чертёж



ФМЗ-22
Опалубочный чертёж



ФМЗ-23
Опалубочный чертёж



ФМЗ-24
Опалубочный чертёж



ФМЗ-25
Опалубочный чертёж



ФМЗ-26
Опалубочный чертёж



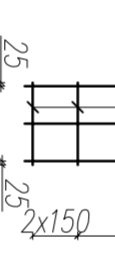
ФМЗ-27
Опалубочный чертёж



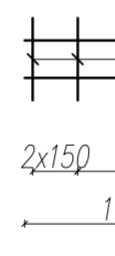
ФМЗ-28
Опалубочный чертёж



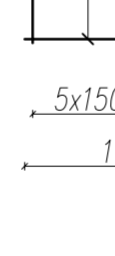
ФМЗ-29
Опалубочный чертёж



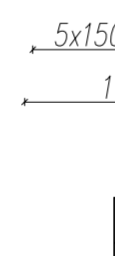
ФМЗ-30
Опалубочный чертёж



ФМЗ-31
Опалубочный чертёж



ФМЗ-32
Опалубочный чертёж



ФМЗ-33
Опалубочный чертёж



ФМЗ-34
Опалубочный чертёж



ФМЗ-35
Опалубочный чертёж



ФМЗ-36
Опалубочный чертёж



ФМЗ-37
Опалубочный чертёж



ФМЗ-38
Опалубочный чертёж



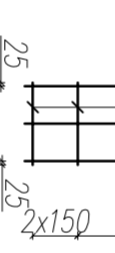
ФМЗ-39
Опалубочный чертёж



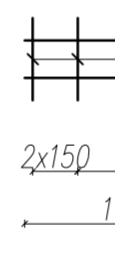
ФМЗ-40
Опалубочный чертёж



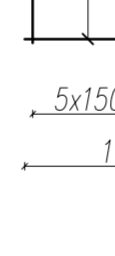
ФМЗ-41
Опалубочный чертёж



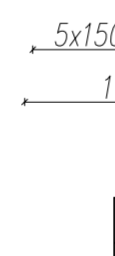
ФМЗ-42
Опалубочный чертёж



ФМЗ-43
Опалубочный чертёж



ФМЗ-44
Опалубочный чертёж



ФМЗ-45
Опалубочный чертёж



ФМЗ-46
Опалубочный чертёж



ФМЗ-47
Опалубочный чертёж



ФМЗ-48
Опалубочный чертёж



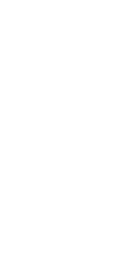
ФМЗ-49
Опалубочный чертёж



ФМЗ-50
Опалубочный чертёж



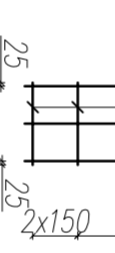
ФМЗ-51
Опалубочный чертёж



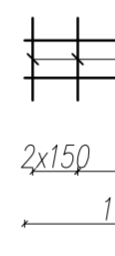
ФМЗ-52
Опалубочный чертёж



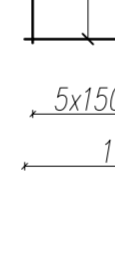
ФМЗ-53
Опалубочный чертёж



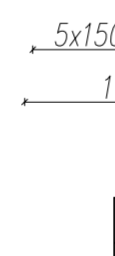
ФМЗ-54
Опалубочный чертёж



ФМЗ-55
Опалубочный чертёж



ФМЗ-56
Опалубочный чертёж



ФМЗ-57
Опалубочный чертёж



ФМЗ-58
Опалубочный чертёж



ФМЗ-59
Опалубочный чертёж



ФМЗ-60
Опалубочный чертёж



ФМЗ-61
Опалубочный чертёж



ФМЗ-62
Опалубочный чертёж



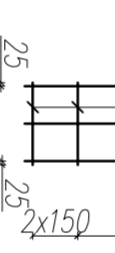
ФМЗ-63
Опалубочный чертёж



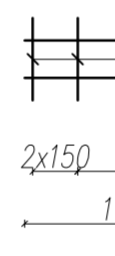
ФМЗ-64
Опалубочный чертёж



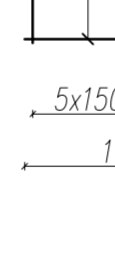
ФМЗ-65
Опалубочный чертёж



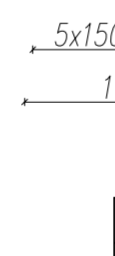
ФМЗ-66
Опалубочный чертёж



ФМЗ-67
Опалубочный чертёж



ФМЗ-68
Опалубочный чертёж



ФМЗ-69
Опалубочный чертёж



ФМЗ-70
Опалубочный чертёж



ФМЗ-71
Опалубочный чертёж



ФМЗ-72
Опалубочный чертёж



ФМЗ-73
Опалубочный чертёж



ФМЗ-74
Опалубочный чертёж



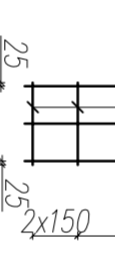
ФМЗ-75
Опалубочный чертёж



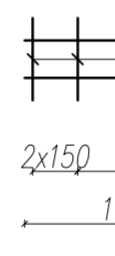
ФМЗ-76
Опалубочный чертёж



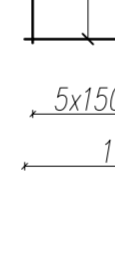
ФМЗ-77
Опалубочный чертёж



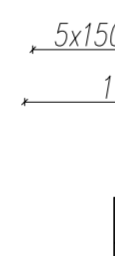
ФМЗ-78
Опалубочный чертёж



ФМЗ-79
Опалубочный чертёж



ФМЗ-80
Опалубочный чертёж



ФМЗ-81
Опалубочный чертёж



ФМЗ-82
Опалубочный чертёж



ФМЗ-83
Опалубочный чертёж



ФМЗ-84
Опалубочный чертёж



ФМЗ-85
Опалубочный чертёж



ФМЗ-86
Опалубочный чертёж



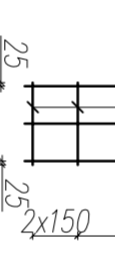
ФМЗ-87
Опалубочный чертёж



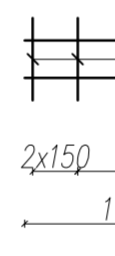
ФМЗ-88
Опалубочный чертёж



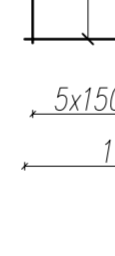
ФМЗ-89
Опалубочный чертёж



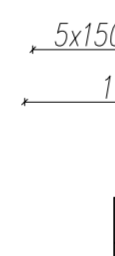
ФМЗ-90
Опалубочный чертёж



ФМЗ-91
Опалубочный чертёж



ФМЗ-92
Опалубочный чертёж



ФМЗ-93
Опалубочный чертёж



ФМЗ-94
Опалубочный чертёж



ФМЗ-95
Опалубочный чертёж



ФМЗ-96
Опалубочный чертёж



ФМЗ-97
Опалубочный чертёж



ФМЗ-98
Опалубочный чертёж



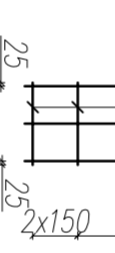
ФМЗ-99
Опалубочный чертёж



ФМЗ-100
Опалубочный чертёж



ФМЗ-101
Опалубочный чертёж



ФМЗ-102
Опалубочный чертё