

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Институт открытого и дистанционного образования  
Кафедра техники, технологий и строительства

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ К.М. Виноградов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Проектирование здания торгового комплекса с вентилируемым  
фасадом на сборно-монолитном каркасе

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 08.03.01.2020.920.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель, ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ А.В. Рябинин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор  
студент группы ДО-473  
\_\_\_\_\_ Н.Н. Петухов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер, преподаватель  
\_\_\_\_\_ О.С. Микерина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск 2020

## АННОТАЦИЯ

Петухов Н.Н. Проектирование здания торгового комплекса с вентилируемым фасадом на сборно-монолитном каркасе – Челябинск: ЮУрГУ, ТТС., 2020, 113 с.1 приложение, 7 листов чертежей ф. А1

В выпускной квалификационной работе спроектировано здания торгового комплекса с вентилируемым фасадом на сборно-монолитном каркасе.

Выполнены архитектурно-строительные чертежи планов, фасадов, разрезов здания; разработаны расчетно-конструктивные решения торгового комплекса с помощью программного комплекса «Лира», выполнено армирование межэтажного перекрытия; произведены организационно-технологические решения: стройгенплан, технологическая карта на монтаж каркаса типового этажа, технологическая карта на устройство межэтажного перекрытия типового этажа, график производства работ, график движения рабочей силы; произведен расчет стоимости строительства в базисном и текущем уровне цен, выполнено сравнение вариантов межэтажного перекрытия: сборное и монолитное; описана безопасность труда при производстве работ; приняты мероприятия по экологии

					08.03.01.2020.920.00.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Петухов Н.Н.			Проектирование здания торгового комплекса с вентилируемым фасадом на сборно-монолитном каркасе	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Рябинин А.В.				Д	6	113
<i>Реценз.</i>						ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО		
<i>Н. Контр.</i>		Микерина О.С.				Кафедра «ТТС» гр.ДО-473		
<i>Утверд.</i>		Виноградов К.М.						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	14
1.1 Решения генерального плана.....	14
1.2 Архитектурно-планировочные решения.....	14
1.3 Архитектурно-конструктивные решения.....	17
1.4 Пожарная безопасность.....	18
2 ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	20
2.1 Теплотехнический расчет.....	20
2.1.1 Определение нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче.....	20
2.1.2 Расчет толщины утеплителя для плиты покрытия.....	21
2.1.3 Расчет толщины утеплителя для наружной стены типа «А».....	23
2.1.4 Расчет толщины утеплителя для наружной стены типа «Б».....	23
2.1.5 Выбор остекления.....	24
2.2 Энергетический паспорт.....	24
2.2.1 Расчет геометрических показателей.....	24
2.2.2 Расчет вспомогательных показателей.....	25
3 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	29
3.1 Расчет каркаса.....	29
3.1.1 Разработка расчетной схемы каркаса.....	29
3.1.2 Сбор нагрузок.....	30
3.1.2.1 Постоянные нагрузки .....	30
3.1.2.2 Временные нагрузки.....	31
3.2 Расчет ригеля.....	41
3.3 Расчет колонны.....	44
3.4 Расчёт фундамента.....	48
3.4.1 Инженерно-геологические условия строительства.....	48
3.4.1.1 Физико-географические и техногенные условия....	48
3.4.1.2 Геологическое строение.....	49
3.4.1.3 Гидрогеологические условия.....	50
3.4.1.4 Свойства грунтов.....	50
3.4.1.5 Специфические грунты.....	54
3.4.1.6 Геологические и инженерно-геологические процесс	54
3.4.2 Определение основных размеров ростверка.....	55
3.4.3 Расчет железобетонного ростверка.....	63
3.4.4 Определение осадки ростверка.....	66
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.....	69
4.1 Технология строительства.....	69
4.1.1 Описание технологических процессов.....	69
4.1.1.1 Работы подготовительного периода.....	69
4.1.1.2 Земляные работы.....	69

4.1.1.3 Устройство фундаментов.....	70
4.1.1.4 Возведение несущих конструкций.....	70
4.1.1.5 Каменные работы.....	72
4.1.1.6 Кровельные работы.....	73
4.1.1.7 Специальные работы.....	73
4.1.1.8 Отделочные работы.....	73
4.1.1.9 Благоустройство территории.....	74
4.1.2 Определение основных объемов работ.....	74
4.1.3 Калькуляция трудозатрат.....	76
4.1.4 Требуемые машины и механизмы.....	82
4.1.5 Выбор крана.....	83
4.2 Разработка технологических карт.....	84
4.2.1 Технология устройства межэтажного перекрытия.....	84
4.2.1.1 Методы производства бетонных и железобетонных работ.....	85
4.2.1.2 Опалубочные работы.....	85
4.2.1.3 Арматурные работы.....	86
4.2.1.4 Бетонирование.....	87
4.2.1.5 Требования к качеству и приемки работ.....	88
4.2.1.6 Безопасность труда.....	89
4.2.1.7 Техничко-экономические показатели.....	89
4.2.2 Технология монтажа каркаса типового этажа.....	90
4.2.2.1 Методы производства монтажных работ.....	90
4.2.2.2 Установка сборных колонн.....	90
4.2.2.3 Установка сборных диафрагм жесткости.....	91
4.2.2.4 Установка сборно-монолитных ригелей и монолитных плит перекрытия.....	92
4.2.2.5 Требования к качеству и приемки работ.....	92
4.2.2.6 Потребность в материально-технических ресурсах...	92
4.2.2.7 Безопасность труда.....	92
4.2.2.8 Техничко-экономические показатели.....	92
4.3 Расчет площади складов.....	93
4.4 Расчет временных зданий и сооружений.....	94
4.5 Временные сети.....	95
4.5.1 Временная автодорога.....	95
4.5.2 Временная канализация.....	95
4.5.3 Временное электроснабжение.....	95
4.5.4 Временное водоснабжение.....	96
4.6 Строительный генеральный план.....	98
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	99
5.1 Локальная смета на общестроительные работы.....	99
5.2 Сравнение вариантов конструктивных решений элементов зданий.....	100
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	101

6.1 Вибрация	101
6.2 Шум	101
6.3 Опасные и вредные производственные факторы.....	102
6.4 Безопасность труда.....	102
6.4.1 Организация строительной площадки, участков и рабочих мест.....	103
6.4.2 Пожаробезопасность.....	106
6.4.3 Электробезопасность.....	106
6.4.4 Эксплуатация строительных машин.....	107
6.5 Чрезвычайные ситуации.....	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	109
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	111
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	113
Приложение А – Сводные затраты.....	113

## ВВЕДЕНИЕ

За основу выпускной квалификационной работы я выбрал здание торгового центра со сборно-монолитным каркасом, ограждающие конструкции кирпичные и блочные. Объем комплекса трехэтажный, включая эксплуатируемый цокольный этаж.

Торговый комплекс предназначен для торговли непродовольственными товарами в специализированных отделах, бытовой техникой, мебелью. Здание оснащено необходимым набором помещений для организации технологического процесса продажи промышленных товаров, соответствует современным требованиям и базируется на применении современного технологического оборудования, средств охраны, а также на рациональном размещении основных функциональных групп помещений.

Площадка под строительство торгового комплекса расположена в г. Челябинск в градостроительном узле, ограниченном ул. Черкасской, Свердловским трактом, ул. Северный луч, р. Миасс. Площадка пригодна под строительство. Инженерно-геологических явлений, осложняющих условия строительства, в районе проектируемого здания не отмечено.

Территория свободна от застройки. Проектируемый торговый комплекс в плане прямоугольной формы с размерами 62,5×37 м.

Класс ответственности II [1]; степень огнестойкости [2].

В настоящее время широко внедряется строительство сборно-монолитных зданий. Популярность каркасного строительства на отечественном рынке заслуженна и обоснована. Это связано с целым комплексом несомненных преимуществ, выгодно отличающих такой способ возведения объектов от классических. Сборно-монолитная конструктивная схема позволяет проектировать большое свободное пространство между несущими стенами, выполнить свободную и гибкую планировку, обеспечить жесткость узлов соединения элементов и объемов из сборно-монолитного железобетона и рациональную работу конструкций при воплощении сложных объемно-планировочных и фасадных решений, повысить скорость исполнения (таблица 1).

Полученное за счет применяемых решений значительное снижение материалоемкости, трудозатрат, продолжительности строительства позволяет уменьшить общую стоимость возведения объектов с применением сборно-монолитного каркаса на 15% по сравнению с вариантом монолитного каркаса. В сравнении с кирпичным и панельным домостроением этот показатель еще выше.

Таблица 1 – Возможности сборно-монолитного каркаса

	Инвестор	Застройщик	Проектировщик
Свобода	Функциональная гибкость	Гибкость монтажа Сочетаемость с другими конструкциями	Свобода плана, объема, фасада
Надежность	Минимизация рисков	Высокая заводская готовность, простота контроля качества	Огнестойкость, конструктивная надежность
Эффективность	Максимальный КПД инвестиций	Большой выход полезных площадей, удешевление и ускорение монтажа	Лучшее использование пространства

Ниже приведен сравнительный анализ трех современных систем домостроения: крупнопанельной, монолитной

Таблица 2 – Анализ современных систем домостроения

Критерий анализа	Вид строительных систем		
	КПД	Монолитная	Сборно-монолитная
Качество строительства	среднее	низкое	высокое
Эстетические возможности композиции фасадов	низкие	высокие	высокие
Возможность свободной планировки	отсутствует	существует	существует
Возможность размещения гаражей (в 2 этажа)	отсутствует	существует	существует
Скорость монтажа каркаса (3 этажа), месяц	0,5	2	1
Коэффициент удельной бетоноемкости, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	0,48	0,42	0,24
Вес каркаса здания, кг/м <sup>2</sup>	1020	1050	600
Высота потолка, м	3	3 и более	3 и более
Поперечный шаг, м	4,2	4,2 и более	4,2 и более
Продольный шаг, м	6,6	6-8 и более	6-8 и более
Ограничение по этажности, этажи	10-19	9-25	9-25

Новые технологии в строительстве все больше укрепляют свои позиции сегодня. Так, сборно-монолитное строительство в настоящее время является одним из наиболее популярных и востребованных направлений в строительном секторе. Строительство монолитных зданий получает повсеместное развитие в связи с неоспоримыми преимуществами применяемых технологий и полученных результатов.

Домостроительная система, в основе которой лежит каркасно-монолитное строительство, использует новейшие разработки в строительстве и позволяет возводить объекты максимально быстрыми темпами независимо от сезона и других факторов.

Сборно-монолитное строительство имеет самые низкие показатели себестоимости по отрасли.

Основными факторами успешной реализации технологии каркасно-монолитного строительства являются:

- высочайшее качество продукции;
- снижение материальных трудовых затрат;
- значительная экономия энергии во время технологического процесса производства продукции, а так же во время строительства.

Популярное сегодня во всем мире каркасно-монолитное строительство имеет ряд неоспоримых преимуществ перед другими строительными технологиями:

- скорость возведения 5-9-этажного каркаса - до 3 месяцев;
- стоимость строительства несущих конструкций объекта снижается до 39%;
- строительство монолитных зданий расширяет возможности функционального использования цокольных и подвальных площадей. К примеру, для размещения подземной автостоянки под сооружением необходимы лишь незначительные дополнительные затраты, поскольку под несущие стены не требуется дополнительного устройства мощных колонн;
- вес несущих конструкций уменьшается до 40%;
- в 2-5 раз снижается расход арматуры;
- за счет теплоизоляционных материалов, которые используются для ограждающих конструкций, снижаются и эксплуатационные расходы;
- новые технологии в строительстве, в том числе, отсутствие сварных соединений, упрощает сборку каркаса, позволяя увеличить скорость монтажа;
- небольшой вес конструкции позволяет применять краны с небольшой грузоподъемностью.

Сборно-монолитное строительство значительно снижает себестоимость объекта, что чрезвычайно важно, учитывая экономические условия сегодняшнего дня. Домостроительная система с использованием технологии монолитного железобетонного строительства занимает среднюю категорию между кирпичными и панельными домами, становясь чрезвычайно перспективным направлением сегодня.

Строительство монолитных зданий имеет еще одно очень важное достоинство: в первые годы после строительства объект проседает полностью, не образуя трещин (в отличие от панельных домов). Выгодно отличается от других технологий монолитное железобетонное строительство и высокой скоростью возведения зданий. Помещения в таких зданиях специально приспособлены для любых перепланировок без всякого нарушения прочности несущей конструкции.

Новые технологии строительства зданий с помощью монолитного строительства и проектирования позволяют возводить очень теплые, почти звуконепроницаемые строения. Сейсмически устойчивые конструкции (благодаря тем же, новейшим разработкам в строительстве) прочно держат форму здания; потолок, пол и стены, отлитые из бетона, напрочь лишены пустот и швов. Прослужить такое строение способно не одному поколению жильцов.



Как показал многолетний опыт, применение технологии СМК экономически оправдано и целесообразно практически для строительства зданий любого назначения. Данная технология и в РФ является наиболее перспективной и эффективной технологией строительства, которая способна полностью обеспечить все потребности рынка в современном индустриальном, надежном, дешевом строительстве зданий и сооружений.

# 1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

## 1.1 Решения генерального плана

Площадка под строительство торгового комплекса расположена в градостроительном узле, ограниченном ул. Черкасской, Свердловским трактом, ул. Северный луч, р. Миасс. С юга от проектируемого участка находится торгово-сервисный комплекс «Mazda».

Здание торгового комплекса имеет в плане прямоугольную форму. Главным фасадом проектируемое здание выходит на восток на улицу Черкасскую.

Подъезд к участку строительства осуществляется со стороны улицы Черкасской, а также по второстепенному проезду от Свердловского тракта.

Проектом предусмотрено устройство площадки для временного хранения автомобилей на 216 парковочных мест. Для парковки также используется подземная автостоянка в торгово-сервисном комплексе «Mazda».

Основной подход посетителей в здание рынка предусмотрен со стороны главного фасада с улицы Черкасской. Тротуар со стороны главного фасада, а также с торцов рынка запроектирован с плиточным покрытием.

Для маломобильных групп населения предусмотрены пандусы.

Вокруг проектируемого здания предусмотрен круговой проезд для подъезда пожарной машины шириной 6 м.

Территория, свободная от застройки и покрытий, озеленяется. На фоне газона высаживаются деревья и кустарники, устраиваются цветники. Территория вокруг рынка благоустраивается. Проектом предусмотрено устройство малых архитектурных форм: скамеек, урн.

Технико-экономические показатели:

- площадь участка (в границах благоустройства) 1,682 Га;
- площадь застройки 3138,5 м<sup>2</sup>;
- площадь покрытий 10506,0 м<sup>2</sup>;
- площадь озеленения 3030,0 м<sup>2</sup>.

## 1.2 Архитектурно-планировочные решения

Здание торгового комплекса имеет размеры в плане 37×62,5 м, состоит из 2-х блоков, разделенных температурным швом. Размер блока I в плане – 37,0×45,0 м, блока II – 37,0×17,5 м.

Объем комплекса трехэтажный. Высота цокольного этажа 3,60 м; высота первого этажа 4,05 м; второго этажа – 4,35 м.

В конструкции наружных стен запроектировано 3 типа стен толщиной 510 мм, представленные на рисунках 1.1-1.3.

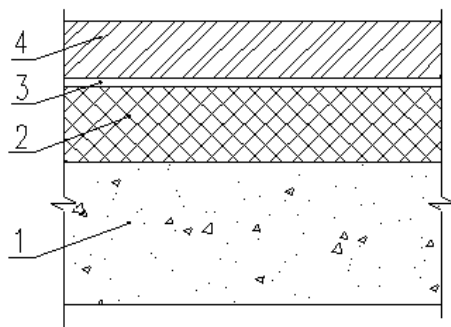


Рисунок 1.1 – Конструкция стены типа "А"

- 1 – блоки газозобетонные  $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 300 \text{ мм}$ ;  
 2 – утеплитель Rockwool КАВИТИ БАТТС,  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_2 = 50 \text{ мм}$ ;  
 3 – воздушная прослойка,  $\delta_3 = 40 \text{ мм}$ ;  
 4 – кирпичная кладка,  $\delta_4 = 120 \text{ мм}$ ,  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ .

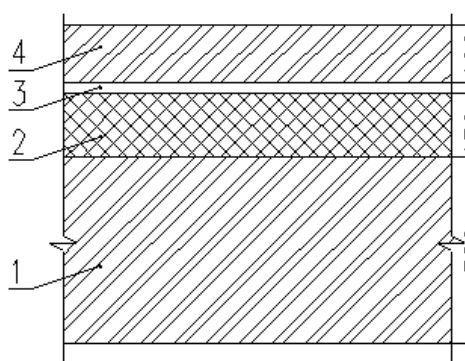


Рисунок 1.2 – Конструкция стены типа "Б"

- 1 – кирпичная кладка  $\delta_1 = 380 \text{ мм}$ ;  
 2 – утеплитель Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_2 = 100 \text{ мм}$ ;  
 3 – воздушная прослойка,  $\delta_3 = 20 \text{ мм}$ ;  
 4 – кирпичная кладка,  $\delta_4 = 120 \text{ мм}$ ,  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ .

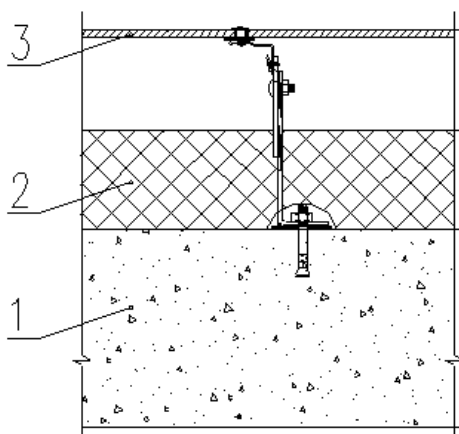


Рисунок 1.3 – Конструкция стены типа "В"

- 1 – блоки газозобетонные  $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 300 \text{ мм}$ ;  
 2 – утеплитель Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_2 = 120 \text{ мм}$ ;  
 2 – система вентилируемого фасада "КраспанМеталлСтоун".

Основная связь между 1-ым и 2-ым этажами осуществляется с помощью 3-х лестниц, которые являются и эвакуационными. Лестницы – железобетонные ступени по металлическим косоурам, оштукатуренным по сетке. Ширина лестничных маршей 1600 мм, что обеспечивает нормальную эвакуацию людей при пожаре.

Предусмотрены грузовой и пассажирский лифты грузоподъемностью  $Q=500\text{кг}$  и скоростью  $0,5\text{м/с}$ . Размеры кабины лифта  $1500\times 2000\times 2100\text{ мм}$ .

На цокольном этаже на отм. -3,600 расположены помещения: насосная станция пожаротушения, электрощитовая, тепловой пункт, торговые залы непродовольственных товаров, бюро обслуживания покупателей. На всех этажах расположены комнаты администрации и обслуживающего персонала. На первом этаже запроектирован торговый зал (мебель), на втором - торговый зал промтоваров. Площади всех помещений представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Экспликация помещений

Номер помещ.	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Тамбур входа	47,49
2	Торговый зал (непродовольственных товаров)	432,14
3	Торговый зал (непродовольственных товаров)	309,68
4	Торговый зал (непродовольственных товаров)	413,39
5	Помещение администрации	66,91
6	Коридор	299,20
7	Мужская гардеробная домашней и спец. одежды	17,84
8	Женская гардеробная домашней и спец. одежды	16,91
9	КУИ	14,89
10	С/у для персонала	9,47
11	Душевая	2,90
12	С/у для персонала мужской	4,76
13	С/у для персонала женский	4,76
14	Комната личной гигиены женщин	2,14
15	Разгрузочная	68,33
16	Станция пожаротушения	44,73
17	КУИ торгового зала	48,69
18	Кладовая	112,03
19	Тепловой пункт	37,93
20	Помещение тех. персонала и мех. ремонта	14,71
21	Электрощитовая	14,44
22	Венткамера	153,51
23	Комната охраны	32,23
24	Комната дежурного персонала	6,29
25	Общественный с/у женский	11,66
26	Общественный с/у мужской	11,49
27	Торговый зал (мебель)	1614,68
28	Комната персонала	39,05
29	Помещение подготовки товаров к продаже	54,05
30	Бюро обслуживания покупателей	37,27
31	Помещение для хранения отработанных ламп	16,99

Во всем здании запроектирован огнестойкий подвесной потолок типа «Armstrong».

На кровле рынка применено 2 типа кровли:

1 тип – два слоя бикроста по стяжке из цементно-песчаного раствора. Утеплитель – 150мм плиты минераловатные ППЖ и пароизоляция из одного слоя бикроста.

2 тип – металлочерепица «Инси», гидроизоляция – «Изоспан АМ». Утеплитель – 150мм плиты минераловатные ППЖ и пароизоляция «Изоспан В» по гипсоволокнистому листу.

В проекте предусмотрены следующие мероприятия по обеспечению доступа маломобильных групп населения:

– пешеходные дорожки, тротуары и пандусы предусматриваются с твердым покрытием, не скользящим при намокании;

– высота бортовых камней тротуара в местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью улиц и дорог не менее 2,5 см и не более 4 см;

– для поднятия инвалидов-колясочников во входные группы предусмотрены пандусы. Дальнейшее передвижение инвалида-колясочника по торговому комплексу возможно на лифте;

– уклон пандусов 1:20. Ширина пандуса принята для одностороннего движения и равна 1,5 м;

– на пандусах установлены ограждения с поручнями. Поручни расположены на высоте 0,8 м.

### 1.3 Архитектурно-конструктивные решения

Несущий каркас – сборно-монолитный с жёсткими узлами сопряжения ригелей и колонн. Колонны сборные сечением 400х400мм из тяжёлого бетона класса В30. Ограждение лестничных клеток кирпичное, перегородки – лёгкие светопрозрачные и кирпичные.

Перекрытия и покрытие железобетонные монолитные толщиной 200мм из тяжёлого бетона класса В20 с жёстким опиранием на ригели. В местах примыкания перекрытия тело колонны лишено бетона и образует стык ригелей и плиты перекрытия, после чего выполняется обетонка.

Ригели железобетонные сборно-монолитные предварительно напряжённые – сборная часть сечением 400х400 из тяжёлого бетона класса В30 при тепловой обработке, монолитная – из тяжёлого бетона класса В20 при естественном твердении. Верхние зоны ригелей предусмотрены оголёнными с выступающими замкнутыми хомутами. Стыки ригеля и колонны после замоноличивания являются жёсткими, замоноличивание производится тяжёлым бетоном класса В30 при естественном твердении.

Пространственная жёсткость каркаса обеспечивается жёсткими узлами сопряжения ригелей и колонн каркаса и 2-мя диафрагмами жесткости.

Фундаменты – свайные с монолитным ростверком под наружные и внутренние стены, диафрагмы жесткости, столбчатые на свайном основании – под колонны. Основанием фундаментов является суглинок полутвердый.

Сваи забивные сечением 300×300 мм, длиной 3м по серии 1.011.1-10.1 "Сваи забивные железобетонные цельные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой".

Наружные стены – 3 типов: А, Б, В (см. пункт 2.2).

Внутренние стены – кирпичные 380мм.

Перегородки – кирпичные толщиной 120мм и из гипсоволокнистых листов на металлическом каркасе толщиной 70мм.

Лифтовая шахта – объемные блоки на этаж толщиной 380мм.

Кровля – рулонная 2 типов и металлочерепица над помещениями башни.

Утеплитель кровли – плиты минераловатные ППЖ ГОСТ 22950-95  $\gamma=200\text{кг/м}^3$  толщиной 150 мм.

Утеплитель наружных стен – Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ .

Двери внутренние деревянные по ГОСТ 6629-88, наружные деревянные по ГОСТ 24698-81.

Окна – блоки оконные из поливинилхлоридных профилей с тройным остеклением ГОСТ 30674-99 и индивидуальные.

Витражи – индивидуальные.

Тамбуры входов – керамический полнотелый кирпич.

Внутренняя отделка:

Коридоры – высококачественная покраска.

Санузлы и КУИ – штукатурка, затирка.

Лестничные клетки – штукатурка, затирка, высококачественная покраска.

Электрощитовая – известковая побелка.

Подготовка товаров к продаже – штукатурка, затирка, высококачественная покраска.

Администрация, комната охраны, бюро обслуживания покупателей – затирка, обои.

Полы:

Торговые залы – коммерческий линолеум на звукоизолирующей подоснове.

Санузлы – керамическая плитка.

Машинное помещение лифта – бетонное покрытие.

Технический этаж, электрощитовая – бетонное покрытие.

Наружная отделка стеновых панелей, плит и стенок лоджий – покраска атмосферостойкими красками, гранитные плиты.

#### 1.4 Пожарная безопасность

Противопожарные мероприятия выполнены в соответствии с требованиями [1], [2] и [3].

Основные несущие и ограждающие конструкции приняты с пределами огнестойкости соответствующими II степени огнестойкости здания [2].

Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф 3.1 [2].

Класс конструктивной пожарной опасности – С1 [2].

Степень огнестойкости здания – II [2] и [3].

Во всех технических помещениях электрощитовой, вентиляционных камерах тепловом узле, машинное помещение лифта, помещениях хранения, выход на кровлю) предусмотрены противопожарные двери E45. Степень огнестойкости несущих элементов R90, наружных несущих стен E15, межэтажного перекрытия REI45, маршей и площадок R60 [2].

Металлические балки башни покрыты огнезащитным составом СКГ-1 толщиной слоя не менее 2мм. Предел огнезащитной эффективности 60 минут (REI 60).

Металлические косоуры лестниц оштукатурены по сетке R45. Открывание дверей на пути эвакуации по направлению эвакуации.

Предусмотрены 2 выхода на кровлю по металлическим лестницам: внутренней и наружной.

Для аварийной эвакуации маломобильных групп населения на 2-ом и 3-ем этажах запроектированы балконы шириной 1200 мм.

К зданию имеется подъезд с 2-х сторон, а также кольцевой проезд для пожарной машины шириной 6 м.

Наружное пожаротушение осуществляется от 2-х проектируемых пожарных гидрантов.

Помещения оборудуются автоматической пожарной сигнализацией с дымовыми пожарными извещателями. Предусмотрена автоматическая установка пожаротушения и внутреннее пожаротушение от пожарных кранов, система оповещения и управления эвакуацией.

Нормативное время эвакуации людей из данного торгового комплекса не более 2,5 мин [3].

## 2 ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

### 2.1 Теплотехнический расчет

#### 2.1.1 Определение нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций ведется по элементным показателям [4].

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции определяется согласно формулы:

$$R_o^{\text{норм}} = R_o^{\text{тр}} \cdot m_p, \quad (2.1)$$

где  $R_o^{\text{тр}}$  – исходная величина необходимого сопротивления теплоотводу конструкции [4, таблица 3],  $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ ;

$m_p$  – коэф., учитывающий особенности строительного региона, равен 1.

Базовое значение необходимого сопротивления отводу тепла принимается в соотношении от градусо-суток периода отопительного сезона:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})z_{\text{от}}, \quad (2.2)$$

где  $t_{\text{от}}$ ,  $z_{\text{от}}$  – средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , и продолжительность, сут/год, отопительного периода [5];

$t_{\text{в}}$  – температура внутри здания, полученная благодаря расчётам [6],  $^{\circ}\text{C}$ .

Для Челябинска средняя наружная температура отопительного времени составляет  $-6,5^{\circ}\text{C}$ , а продолжительность отопительного времени. 218 календарных дней.

Для помещений с массовым пребыванием людей, где люди преимущественно стоят в состоянии поддерживать без верхней одежды расчетную температуру внутреннего воздуха  $20^{\circ}\text{C}$ .

По формуле 2.2 градусо-сутки отопительного времени:

$$\text{ГСОП} = (20 + 6,5)218 = 5777 \text{ сут}^{\circ}\text{C}$$

Рассчитанная значение градусо-суток отличается от табличных значений, следовательно, базовая величина необходимого сопротивления теплоотводу конструкции будет вычисляться по формуле:

$$R_o^{\text{тр}} = a\text{ГСОП} + b, \quad (2.3)$$

где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, определяемые по таблице 3 [4].

Тогда, для данного торгового центра значения требуемого сопротивления теплопередаче будут соответственно:

– для стен



$$R_{o,TP} = 0,0003 \cdot 5777 + 1,2 = 2,933 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

– для покрытия

$$R_{o,TP} = 0,00035 \cdot 5777 + 1,3 = 3,322 \text{ м}^2\text{°С/Вт};$$

– для окон

$$R_{o,TP} = 0,00005 \cdot 5777 + 0,2 = 0,489 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Так как коэффициент, учитывающий особенности региона строительства  $m_p=1$ , то нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче равняется базовому значению.

### 2.1.2 Расчет толщины утеплителя для покрытия

Чтобы найти толщину утеплителя, необходимо знать сопротивление конструкции. Рассмотрим конструкцию покрытия, изображенную на рисунке 2.1.

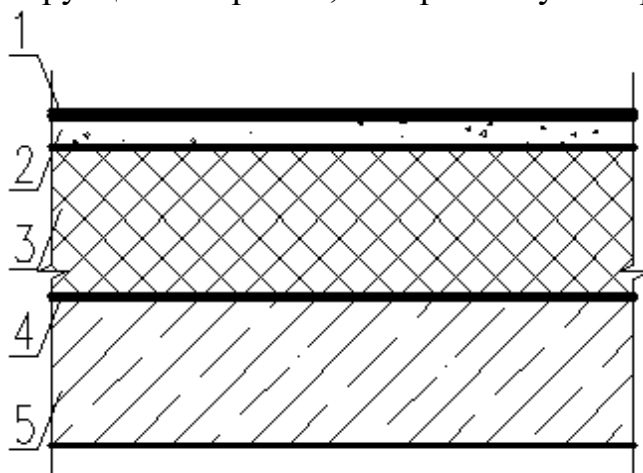


Рисунок 2.1 – Конструкция покрытия

- 1 – два слоя "Бикроста",  $\delta_1 = 8$  мм;
- 2 – цементно-песчаная стяжка М150,  $\delta_2 = 50$  мм;
- 3 – минераловатная плита из каменного волокна;
- 4 – пароизоляция,  $\delta_4 = 3,5$  мм;
- 5 – монолитная ж/б плита,  $\delta_5 = 220$  мм.

Сопротивление теплопередаче высчитывается по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + \sum R_s + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (2.4)$$

где  $\alpha_B$  – коэф. нагрева внутренней поверхности экранирования [4, таблица 4],  $\alpha_B=8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>°С);

$\alpha_H$  – коэф. нагрева наружной поверхности экранирования [4, таблица 6],  $\alpha_H=23$  Вт/(м<sup>2</sup>°С);

$R_s$  – сопротивляемость термического слоя однородной части элемента, м<sup>2</sup>°С/Вт, определено формулой:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s}, \quad (2.5)$$

где  $\delta_s$  – величина слоя, м;

$\lambda_s$  – проводимость тепла материала слоя [4, приложение Т].

Данная конструкция покрытия имеет следующие слои:

- два слоя "Бикроста",  $\delta_1 = 0,008$  м,  $\lambda_1 = 0,27$  Вт/(м°С);
- цементно-песчаная стяжка,  $\delta_2 = 0,05$  м,  $\lambda_2 = 0,58$  Вт/(м°С);
- плита минераловатная из каменного волокна;
- пароизоляция,  $\delta_4 = 0,0035$  м,  $\lambda_4 = 0,27$  Вт/(м°С);
- монолитная ж/б плита,  $\delta_5 = 0,22$  м,  $\lambda_5 = 1,69$  Вт/(м°С).

Тогда, расчетное сопротивление теплопередачи конструкции покрытия по формуле (2.4) должно быть равным требуемому сопротивлению теплопередаче. Необходимо составить уравнение, из которого будет найдена толщина утеплителя:

$$R_{\text{т.р.}} = R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,008}{0,27} + \frac{0,05}{0,58} + \frac{\delta_3}{0,037} + \frac{0,0035}{0,27} + \frac{0,22}{1,69} + \frac{1}{23} = 3,322$$

В качестве утеплителя принимается плита минераловатная из каменного волокна  $\delta_3 = 0,15$  м.

### 2.1.3 Расчет толщины утеплителя наружной стены типа "А"

Рассмотрим конструкцию стены, изображенную на рисунке 2.2.

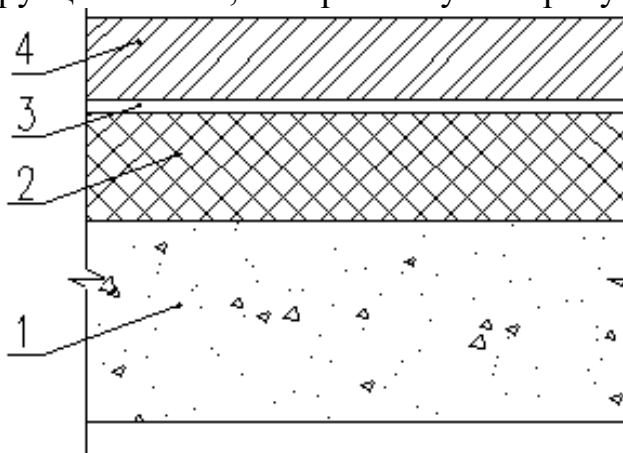


Рисунок 2.2 – Конструкция стены типа "А"

- 1 – блоки газозобетонные  $\gamma = 600$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta_1 = 300$  мм;
- 2 – утеплитель Rockwool КАВИТИ БАТТС,  $\gamma = 45$  кг/м<sup>3</sup>;
- 3 – воздушная прослойка,  $\delta_3 = 40$  мм;
- 4 – кирпичная кладка,  $\delta_4 = 120$  мм,  $\gamma = 1800$  кг/м<sup>3</sup>.

Данная конструкция стены имеет следующие слои (теплопроводность материалов определяется по [4, приложение Т]):

- блоки газозобетонные  $\gamma = 600$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta_1 = 0,3$  м,  $\lambda_1 = 0,15$  Вт/(м°С);
- утеплитель Rockwool КАВИТИ БАТТС,  $\gamma = 45$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_2 = 0,035$  Вт/(м°С);
- воздушная прослойка,  $R_3 = 0,14$  м<sup>2</sup>°С/Вт [4, таблица Е.1];

– кирпичная кладка  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 0,12 \text{ м}$ ,  $\lambda_4 = 0,7 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ .

Тогда, расчетное сопротивление теплопередачи конструкции стены типа "А" по формуле (2.4) должно быть равным требуемому сопротивлению теплопередаче. Необходимо составить уравнение, из которого будет найдена толщина утеплителя:

$$R_{\text{п.о.}} = R_{\text{о.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,15} + \frac{\delta_2}{0,035} + 0,14 + \frac{0,12}{0,7} + \frac{1}{23} = 2,933 \text{ м}^2\text{°С/Вт},$$

В качестве утеплителя принимается Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$   
 $\delta_2 = 0,05 \text{ м}$ .

#### 2.1.4 Расчет толщины утеплителя наружной стены типа "Б"

Рассмотрим конструкцию стены, изображенную на рисунке 2.3.

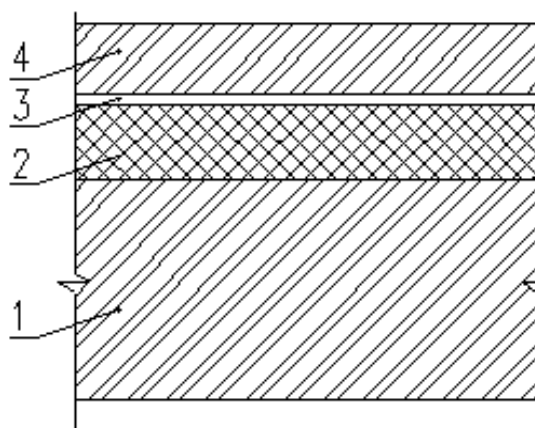


Рисунок 2.3 – Конструкция стены типа "Б"

- 1 – кирпичная кладка  $\delta_1 = 380 \text{ мм}$ ;
- 2 – утеплитель Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ ;
- 3 – воздушная прослойка,  $\delta_3 = 20 \text{ мм}$ ;
- 4 – кирпичная кладка,  $\delta_4 = 120 \text{ мм}$ ,  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ .

Данная конструкция стены имеет следующие слои (теплопроводность материалов определяется по [4, приложение Т]):

- кирпичная кладка,  $\delta_1 = 0,38 \text{ м}$ ,  $\lambda_1 = 0,7 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;
- утеплитель Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_2 = 0,035 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ ;
- воздушная прослойка,  $R_3 = 0,14 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$  [4, таблица Е.1];
- кирпичная кладка  $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 0,12 \text{ м}$ ,  $\lambda_4 = 0,7 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ .

Тогда, расчетное сопротивление теплопередачи конструкции стены типа "Б" по формуле (2.4) должно быть равным требуемому сопротивлению теплопередаче. Необходимо составить уравнение, из которого будет найдена толщина утеплителя:

$$R_{\text{п.о.}} = R_{\text{о.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{\delta_2}{0,035} + 0,14 + \frac{0,12}{0,7} + \frac{1}{23} = 2,933 \text{ м}^2\text{°С/Вт},$$

В качестве утеплителя принимается Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$   
 $\delta_2 = 0,1 \text{ м}$ .

## 2.1.5 Выбор остекления

По нормативному сопротивлению окон  $R_o^{TP} = 0,489 \text{ м}^2\text{°С /Вт}$  блоки оконные из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом [7] индивидуальные.

## 2.2 Энергетический паспорт

### 2.2.1 Расчет геометрических показателей

Вычисляются размерные и объемные показатели и объемно-планировочные величины.

Совокупная площадь наружных ограждений здания  $A_H^{сум}$  принимается согласно размерам «в свет» (промежуток между внутренними поверхностями внешних ограждений, противоположных друг другу).

Общая площадь фасада, составляющая окна и двери (балконные и входные)  $A_{фас}$ , определяется по формуле:

$$A_{фас} = p_{ст} \cdot H_{от} + A_c, \quad (2.6)$$

где  $p_{ст}$  – длина периметра, подлежащая отоплению, м;

$H_{от}$  – высота, подлежащая отоплению, м;

$A_c$  – в дополнение площадь стен снаружи (клетки лестниц, отсеки лифтов), расположенные вне главного фасада,  $\text{м}^2$  (в данном примере  $A_c=0$ ).

Тогда, по формуле (2.6)

$$A_{фас} = 199 \cdot 12 = 2388,0 \text{ м}^2.$$

Площадь наружных стен  $A_{ст}$  определяется по формуле:

$$A_{ст} = A_{фас} - A_{ок}, \quad (2.7)$$

где  $A_{ок}$  – площадь окна, определяемая как сумма поверхностей всех оконных проемов,  $\text{м}^2$ ,  $A_{ок}=457,6 \text{ м}^2$ ;

$$A_{ст} = 2388 - 457,6 = 1930,4 \text{ м}^2.$$

Площадь покрытия равна площади этажа,  $A_{покр} = 2024,77 \text{ м}^2$ .

Площадь входных дверей для данного здания  $A_{дв} = 39,62 \text{ м}^2$ .

Общая площадь наружных ограждающих конструкций определяется как:

$$A_H^{сум} = A_{фас} + A_{покр} + A_{цокз}. \quad (2.8)$$

$$A_H^{сум} = 2388,0 + 2024,77 + 2024,77 = 6437,54 \text{ м}^2.$$

Отапливаемый объем здания  $V_{от}$  вычисляется как произведение площади этажа, высота этого объема, составляющая расстояние от пола первого этажа до потолка крайнего высшего этажа:

$$V_{от} = A_{эт} \cdot H_{от}. \quad (2.9)$$

$$V_{от}=2024,77 \cdot 12=24297,24 \text{ м}^3.$$

## 2.2.2 Расчет вспомогательных показателей

Общий коэффициент теплопередачи здания определяется по формуле:

$$K_{общ} = \frac{1}{A_{н}^{сум}} \sum \left( n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{пр_{o,i}}} \right), \quad (2.10)$$

где  $A_{н}^{сум}$  – общая площадь ограждающих конструкций строения,  $\text{м}^2$ ;

$n_{t,i}$  – коэф., разницы внутренней или наружной температуры у строения от рассчитанных ГСОП,  $n_{t,i} = 1$

$A_{ф,i}$  – Площадь соответствующего элемента защитной теплооболочки здания,  $\text{м}^2$ ;

$R_{пр_{o,i}}$  – соответствующее сопротивление теплопередаче  $i$ -го фрагмента теплооболочки конструкции,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ .

$$K_{общ} = \frac{1}{6437,54} \left( \frac{1930,4}{2,933} + \frac{456,6}{0,489} + \frac{2024,77}{3,322} + \frac{2024,77}{6,908} \right) = 0,387 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_{в} = \left[ (L_{вент} n_{вент}) / 168 + (G_{инф} n_{инф}) / (168 \rho_{в}^{вент}) \right] / (\beta_{в} V_{от}), \quad (2.11)$$

где  $L_{вент}$  – объём приточного воздуха в строении не организованном при-

токе либо норма при механической вентиляции, равное для торгового здания  $5 n_{в} = A_{р}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$A_{р}$  – расчетная площадь,  $\text{м}^2$ ;

$n_{вент}$  – число часов работы механической вентиляции в течение недели;

168 – число часов в неделе;

$G_{инф}$  – объём воздухозаборника в здание через входные сооружения, для общественных зданий - воздух, поступающий в результате несоблюдения светопроницаемых построек и дверей; Разрешен для общественных зданий в нерабочее время, в зависимости от этажности здания, до трех этажей – рассчитывается согласно  $0,1 \beta_{в} V_{общ}$ ,  $\text{кг}/\text{ч}$ ;

$V_{общ}$  – объём который необходимо отапливать, общественной части сооружения,  $\text{м}^3$ ;

$\beta_{в}$  – коэф. уменьшения объема воздуха в сооружении, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,  $\beta_{в} = 0,85$ ;

$n_{инф}$  – количество часов, рассчитанных в течение недели, равно  $(168 - n_{вент})$  для зданий, в помещениях которых поддерживается подача воздуха во время действия подачи механической вентиляции, ч;

$\rho_B^{\text{вент}}$  – средняя плотность поступающего воздуха в отопительный период, кг/м<sup>3</sup>,

$$\rho_B^{\text{вент}} = 353 / [273 + t_{\text{от}}], \quad (2.12)$$

$V_{\text{от}}$  – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, м<sup>3</sup>;

Исходя из формулы (2.11)

$$n_B = [(5 \cdot 4984,42 \cdot 40) / 168 + (0,1 \cdot 0,85 \cdot 24297,24 \cdot 128) / (168 \cdot 1,33)] / (0,85 \cdot 24297,24) = 0,35 \text{ ч}^{-1}.$$

Тепловая характеристика здания рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{об}} = K_{\text{комп}} K_{\text{общ}}. \quad (2.13)$$

$$K_{\text{об}} = 0,32 \cdot 0,387 = 0,124.$$

Удельная вентиляционная характеристика здания определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{вент}} = 0,28 c n_B \beta_V \rho_B^{\text{вент}} (1 - K_{\text{эф}}), \quad (2.14)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

$K_{\text{эф}}$  – коэф. эффективности рекуператора,  $K_{\text{эф}} = 0$ ;

$$K_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,35 \cdot 0,85 \cdot 1,33 \cdot 1 = 0,111.$$

Удельную характеристику бытового тепла здания следует определять согласно формуле:

$$k_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} A_{\text{ж}}}{V_{\text{от}} (t_B - t_{\text{от}})}, \quad (2.15)$$

где  $q_{\text{быт}}$  – размер тепловыделений на 1 м<sup>2</sup> расчетной площади общественного здания, Вт/м<sup>2</sup>, для зданий общественного назначения бытовые тепловыделения учитываются в соответствии расчетному числу людей (90 Вт/чел), находящихся в строении, освещения (по установленной мощности) и оргтехники (10 Вт/м<sup>2</sup>) с учетом часов работы в неделю.

$$K_{\text{быт}} = \frac{10 \cdot 4984,42}{24297,24 (20 + 6,5)} = 0,077 \text{ Вт(м}^3 \text{°С)}.$$

Удельную характеристику теплоизоляционных веществ от солнечного излучения считают согласно формуле:

$$k_{\text{рад}} = \frac{11,6 Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{V_{\text{от}} \Gamma \text{СОП}}, \quad (2.16)$$

где  $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$  – поступления тепла от окон и ламп от солнечной радиации в течении

отопительного периода, МДж/год, для 4 фасадов сооружений, ориентированных по 4 направлениям, вычислим по формуле

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = \tau_{1\text{ок}} \tau_{2\text{ок}} (A_{\text{ок1}} I_1 + A_{\text{ок2}} I_2 + A_{\text{ок3}} I_3 + A_{\text{ок4}} I_4) + \tau_{1\text{ффо}} \tau_{2\text{ффо}} A_{\text{фон}} I_{\text{гор}}, \quad (2.17)$$

где  $\tau_{1\text{ок}}, \tau_{1\text{ффо}}$ , – коэф, проникновения энергии солнца и солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей,  $\tau_{1\text{ок}} = 0,65$  [8, таблица 3.6];

$\tau_{2\text{ок}}, \tau_{2\text{ффо}}$  – коэф, принимающие во внимание затемнение проема света соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения,  $\tau_{2\text{ок}} = 0,57$  [8, таблица 3.6];

$A_{1\text{ок}}, A_{2\text{ок}}, A_{3\text{ок}}, A_{4\text{ок}}$  – площадь световых проемов на фасаде строения, соответственно ориентированных по 4 направлениям, м<sup>2</sup>;

$A_{\text{фок}}$  – площадь световых проемов зенитных фонарей здания, м<sup>2</sup>;

$I_1, I_2, I_3, I_4$ , – средняя величина солнечного излучения в течение отопительного периода на вертикальных поверхностях при допустимых условиях облачности, ориентированная на четыре фасада здания, МДж/(м<sup>2</sup>год).

Главным фасадом проектируемое здание выходит на юго-запад, следовательно:

$$I_1, I_2 = 1480 \text{ МДж/(м}^2\text{год)}, I_3, I_4 = 825 \text{ МДж/(м}^2\text{год)}.$$

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = 0,65 \cdot 0,57 [(66,5 + 139,5)1480 + (145,0 + 106,0)825] = 189679,3 \text{ МДж/год}.$$

Тогда, по формуле (2.16), удельная характеристика поступлений тепла от солнечной энергии:

$$K_{\text{рад}} = \frac{11,6 \cdot 189679,3}{24297,24 \cdot 5777} = 0,016 \text{ Вт (м}^3\text{°C)}.$$

Расчетная удельная характеристика снижения энергии тепла на отопление и вентиляцию здания считается по формуле:

$$q_{\text{от}}^{\text{п}} = [k_{\text{об}} + k_{\text{вент}} - (k_{\text{быт}} + k_{\text{рад}}) v \zeta] (1 - \xi) \beta_{\text{н}}. \quad (2.18)$$

$$q_{\text{от}}^{\text{п}} = [0,124 + 0,111 - (0,077 + 0,016) 0,8 \cdot 0,95] (1 - 0,1) 1,13 = 0,167 \text{ Вт/(м}^3\text{°C)}.$$

Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания  $q_{\text{от}}^{\text{тп}} = 0,243 \text{ Вт/(м}^3\text{°C)}$  [4, таблица 14], критерий энергоэффективности  $B^+$  [4, таблица 15].

Расход тепла для отопления и вентиляции здания в отопительный период:

$$q = 0,024 \text{ ГСОП } q_{\text{от}}^{\text{п}}. \quad (2.19)$$

$$q = 0,024 \cdot 5777 \cdot 0,167 = 23,15 \text{ кВтч/(м}^3\text{год)};$$

$$q = 0,024 \text{ ГСОП } q_{\text{от}}^{\text{п}} h, \quad (2.20)$$

где  $h$  – размер одного этажа сооружения, м, равен  $V_{от}/A_{от}$ ;

$$q = 0,024 \cdot 5777 \cdot 0,167 \cdot (24297,24/6074,31) = 92,60 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\text{год}).$$

Расход тепла на отопление и вентиляцию здания за отопительный период:

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \text{ ГСОП } V_{от} q_{от}^p. \quad (2.21)$$

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \cdot 5777 \cdot 24297,24 \cdot 0,167 = 562583,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}.$$

Общие Размер тепловых потерь сооружения за время отопительного периода:

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 \text{ ГСОП } V_{от} (k_{об} + k_{вент}). \quad (2.22)$$

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 \cdot 5777 \cdot 24297,24 \cdot (0,124 + 0,111) = 791659,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}.$$



## 3 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

### 3.1 Расчет каркаса

#### 3.1.1 Разработка расчетной схемы каркаса

Расчет произведен в программном комплексе «ЛИРА» для двух температурных блоков, размеры которых в плане:

- I-й температурный блок  $45 \times 37$  м;
- II-й температурный блок  $12 \times 37$  м.

Расчетная модель раздела блока использует пространственный стержень и оболочечную, конечно-элементная (КЭ) модель. В модели КЭ несущие элементы (ригели и колонны) представлены стержневыми элементами, а плиты обрамлений, лестниц и кирпичной кладки представлены элементами плоской оболочки..

Узлы опорных элементов расчетной модели нижних колонн являются абсолютно жесткими..

Расчетные схемы I-го и II-го температурного блока как целой системой в пространстве показаны на изображениях 3.1 и 3.2.

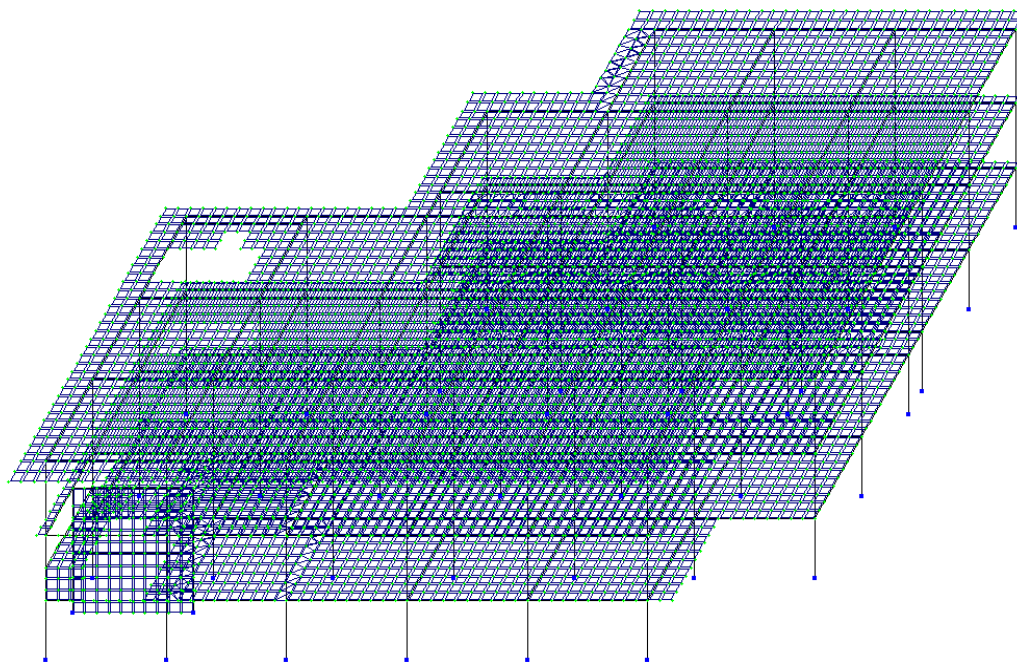


Рисунок 3.1 – Расчетная схема I-го температурного блока здания

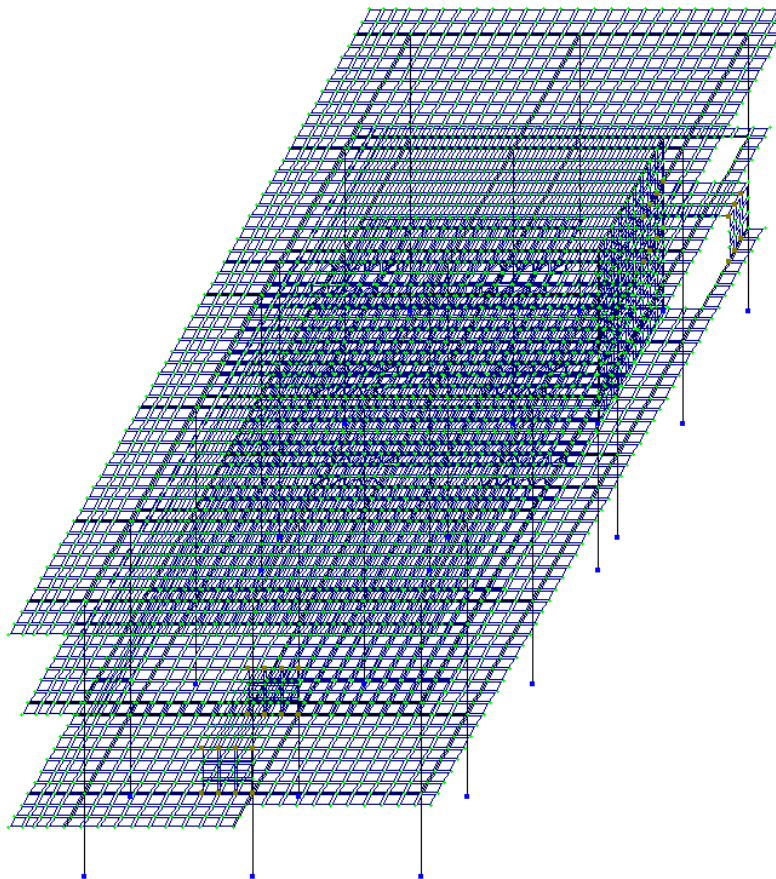


Рисунок 3.2 – Расчетная схема II-го температурного блока здания

### 3.1.2 Сбор нагрузок

#### 3.1.2.1 Постоянные нагрузки

Собственный вес конструкции перекрытия представлен в таблице 3.1.  
Таблица 3.1 – Собственный вес конструкции перекрытия

Наименование материала	Нормативная нагрузка, Т/м <sup>2</sup>	Коэф. надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, Т/м <sup>2</sup>
Бетон мозаичного состава 2500,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,02 м	0,050	1,3	0,065
Стяжка из цементно-песчаного раствора 1800,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,04 м	0,072	1,3	0,094
Плиты древесно-волоконистые 1000,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,04 м	0,040	1,2	0,048
Перегородки	0,05	1,1	0,055
ИТОГО	0,212	-	0,262

Собственный вес конструкции покрытия представлен в таблице 3.2;

Таблица 3.2 – Собственный вес конструкции покрытия

Наименование материала	Нормативная нагрузка, Т/м <sup>2</sup>	Коэф. надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, Т/м <sup>2</sup>
Рубероид 600,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,02 м	0,012	1,2	0,014
Цементно-песчаный раствор 1800,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,04 м	0,072	1,3	0,094
Гравий керамзитовый 800,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,09 м	0,072	1,3	0,094
Плитки мягкие, полужесткие и жесткие минералы на синтетических и битумных связующих 150,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,15 м	0,040	1,2	0,048
ИТОГО	0,184	-	0,236

Собственный вес конструкции наружной самонесущей стены высотой  $h_1=3,85$  м,  $h_2 = 4,45$  м, толщиной  $b = 0,51$  м представлен в таблице 3.3;

С учетом высоты стены  $h_1 = 3,85$  м получается:  $3,85 \cdot 0,462 = 1,79$  т/м;

Распределяем равномерно на КЭ-сетку  $1,79/0,51 = 2,98$  т/м<sup>2</sup>.

С учетом высоты стены  $h_1 = 4,45$  м получается:  $4,45 \cdot 0,462 = 2,06$  т/м;

Распределяем равномерно на КЭ-сетку  $2,06/0,51 = 3,43$  т/м<sup>2</sup>

Таблица 3.3 – Собственный вес конструкции наружной стены

Наименование материала	Нормативная нагрузка, Т/м <sup>2</sup>	Коэф. надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, Т/м <sup>2</sup>
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат 600,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,30 м	0,180	1,2	0,216
Маты минераловатные Rockwool 50,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,10 м	0,007	1,2	0,008
Кладка из кирпича, из глиняного обыкновенного кирпича (на растворе состоящем из песка и цемента) 1800,0 кг/м <sup>3</sup> ·0,120 м	0,216	1,1	0,238
ИТОГО	0,403	-	0,462

### 3.1.2.2 Временные нагрузки

Полезная нагрузка на перекрытие торгового зала согласно таблице 8.3 [9]:

–  $p_n = 0,4$  т/м<sup>2</sup> – нормативное значение нагрузки;

–  $p_p = 0,40 \cdot 1,2 = 0,48$  т/м<sup>2</sup> – расчетное значение нагрузки.

Полезная нагрузка на перекрытие для коридоров, лестниц (с относящимися к ним проходами):

- $p_n = 0,4 \text{ т/м}^2$  – нормативное значение нагрузки;
- $p_p = 0,40 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ т/м}^2$  – расчетное значение нагрузки.

Временная нагрузка из-за воздействия массы покрова снега.

Для г. Челябинска III снеговой район с нормируемым значением массы покрова снега.  $s_g = 0,180 \text{ т/м}^2$ .

- $p_n = 0,180 \text{ т/м}^2$  – нормативное значение нагрузки;
- $p_p = 0,180 \cdot 1,4 = 0,252 \text{ т/м}^2$  – расчетное значение нагрузки.

Возрастание покрова снега за счет действий снежных мешков у машинного отделения  $H_{м.п.} = 3,0 \text{ м}$ , башни с выходом на кровлю высотой  $H_b = 4,0 \text{ м}$  и кирпичной стены вдоль оси «1» высотой  $H_{ст} = 2,25 \text{ м}$  представлены ниже.

а) снеговой «мешок» у парапета

При  $h = 2,25 \text{ м} > S_0 = 1,8 \cdot 0,7 \sim 1,26 \text{ кПа}$

$$\mu = 2 \cdot 2,25 / 1,26 = 3,57 > 3,$$

т.е. принимается  $\mu = 3$

$$b = 2 \cdot 2,25 = 4,5 \text{ м}$$

$$s = s_g \cdot \mu = 0,18 \cdot 3,0 = 0,54 \text{ т/м}^2$$

б) снеговой «мешок» у парапета  $h = 1,3 \text{ м}$

При  $h = 1,3 \text{ м} > S_0 = 1,8 \cdot 0,7 \sim 1,26 \text{ кПа}$

$$\mu = 2 \cdot 1,3 / 1,26 = 2,06$$

$$b = 2 \cdot 1,3 = 2,6 \text{ м}$$

$$s = s_g \cdot \mu = 0,18 \cdot 2,06 = 0,37 \text{ т/м}^2$$

в) снеговой «мешок» башни выхода на кровлю определяется как участок покрытия, примыкающий к возвышающимся над кровлей вентиляционным шахтам и другим надстройкам

$$d = \sqrt{6^2 + 6,5^2} = 8,85 \text{ м}$$

$\mu = 2 \cdot 4,0 / 1,26 = 6,35$ , т.к.  $5 < d < 10$  принимается  $\mu = 2,0$

$$b_1 = 2 \cdot h = 2 \cdot 4,0 = 8,0 \text{ м}$$

$$s = s_g \cdot \mu = 0,18 \cdot 2,0 = 0,36 \text{ т/м}^2$$

г) снеговой «мешок» машинного помещения определяется как участок покрытия, примыкающий к возвышающимся над кровлей вентиляционным шахтам и другим надстройкам

$$d = \sqrt{5,2^2 + 7,5^2} = 9,13 \text{ м}$$

$\mu = 2 \cdot 2,25 / 1,26 = 3,57$ , т.к.  $5 < d < 10$

принимается  $\mu = 2,0$

$$b_1 = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,0 = 6,0 \text{ м}$$

$$s = s_g \cdot \mu = 0,18 \cdot 2,0 = 0,36 \text{ т/м}^2$$

Временная нагрузка от воздействия ветрового потока.

Нормируемая величина нагрузки от ветра определяется как сумма средних  $w_m$  и пульсационной  $w_p$  составляющих

$$W = W_m + W_p, \quad (3.1)$$

где  $w_m$  – средняя составляющая ветровой нагрузки, кПа;

$w_p$  – пульсационная составляющая ветровой нагрузки, кПа.

Средняя составляющая ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$w_m = w_0 k(z_e) c, \quad (3.2)$$

где  $w_0 = 0,30$  кПа – нормативное значение ветрового давления для г. Челябинск (II ветровой район);

$k$  – коэффициент учитывающий изменение ветрового давления по высоте  $z_e$ .

Принимаем для типа местности В;

$c$  – аэродинамический коэффициент. Для наветренной поверхности  $c_e = 0,8$ , для подветренной поверхности  $c_e = -0,5$ ;

Пульсационная составляющая ветровой нагрузки равна:

$$w_p = w_m \zeta(z_e) v, \quad (3.3)$$

где  $\zeta$  – коэффициент пульсации давления ветра на уровне  $z_e$ , принимаемый по таблице 11.4 [9];

$v$  – коэффициент пространственной корреляции пульсации ветра;

Коэффициент  $v$  находим при следующих показателях:

– главная плоскость координат, параллельно которой расположена расчетная плоскость:  $z_{ou}$

–  $\rho = b = 62,5$  м;

–  $\chi = h = 13,2$  м.

Коэффициент  $v$  равен 0,663.

Значения действующих нагрузок от действия ветра с учетом коэффициента надежности  $\gamma_f = 1,4$  (в таблицах 3.4 и 3.5 отображаются средние значения уровня земли -1,3 м).

Таблица 3.4 – Величины нагрузки от ветра на подветренную поверхность здания

Привязка, м	Нормативная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Расчетная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Примечание
на отм. -1,300	-8,99	-12,59	уровень земли
на отм. 0,000	-8,99	-12,59	перекрытие 1-го этажа
на отм. +4,050	-9,21	-12,89	перекрытие 2-го этажа
на отм. +8,600	-11,64	-16,29	низ машинного помещения
на отм. +9,300	-12,37	-17,33	верх парапета
на отм. +11,900	-12,84	-17,98	верх машинного помещения

Погонная ветровая нагрузка, действующая на горизонтальный диск перекрытия (покрытия) с подветренной стороны:

- первого этажа  $h_1 = 4,1$  м  $W_{1п} = -4,1(0,01259+0,01259)/2 = -0,053$  т/м;
- второго этажа  $h_2 = 6,5$  м  $W_{1п} = -4,5(0,01289+0,01629)/2 = -0,065$  т/м;
- покрытия  $h_3 = 0,7$  м  $W_{1п} = -0,7(0,01629+0,01733)/2 = -0,012$  т/м.

Таблица 3.5 – Величины нагрузки от ветра на наветренную поверхность здания

Привязка, м	Нормативная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Расчетная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Примечание
на отм. -1,300	12,00	16,80	уровень земли
на отм. 0,000	12,00	16,80	перекрытие 1-го этажа
на отм. +4,050	12,29	17,2	перекрытие 2-го этажа
на отм. +8,600	15,53	21,74	низ машинного помещения
на отм. +9,300	15,89	22,24	верх парапета
на отм. +11,900	17,14	23,99	верх машинного помещения

Погонная ветровая нагрузка, действующая на горизонтальный диск перекрытия (покрытия) с наветренной стороны:

- первого этажа  $H_1 = 4,1$  м  $W_{1п} = 4,1(0,0168+0,0172)/2 = 0,07$  т/м;
- второго этажа  $H_2 = 6,5$  м  $W_{1п} = 4,5(0,0172+0,02174)/2 = 0,088$  т/м;
- покрытия  $H_3 = 0,7$  м  $W_{1п} = 0,7(0,02174+0,02224)/2 = 0,015$  т/м.

### 3.1.3 Результаты расчета

Итогом расчёта является объём выполняемых усилий в монолитных железобетонных элементах, определены нагрузки на фундаменты здания. Величины нагрузок на фундаменты подобраны по нижнему сечению колонн с помощью РСУ и представлены в таблице 3.6, также выполнено теоретическое армирование плит перекрытия, на рисунках 3.9-3.12 показано армирование плиты перекрытия второго этажа I-го температурного блока.

Усилия  $N$  в колоннах показаны на рисунке 3.3 и на рисунке 3.4.

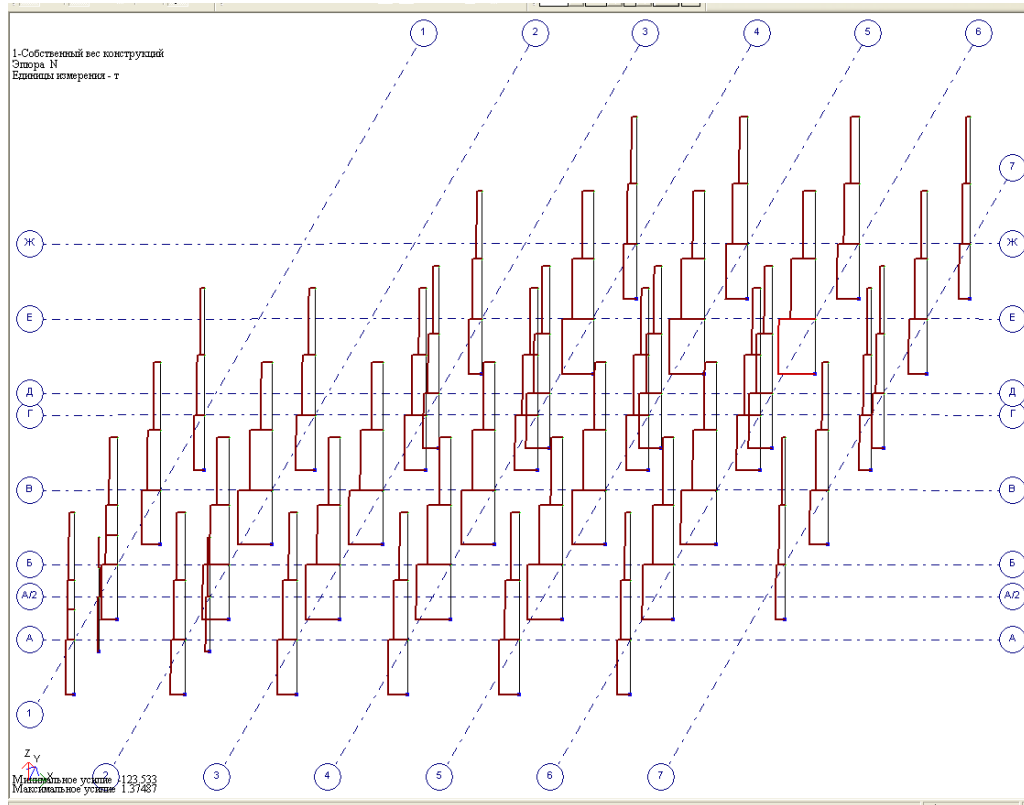


Рисунок 3.3 – Усилия N в колоннах I-го температурного блока

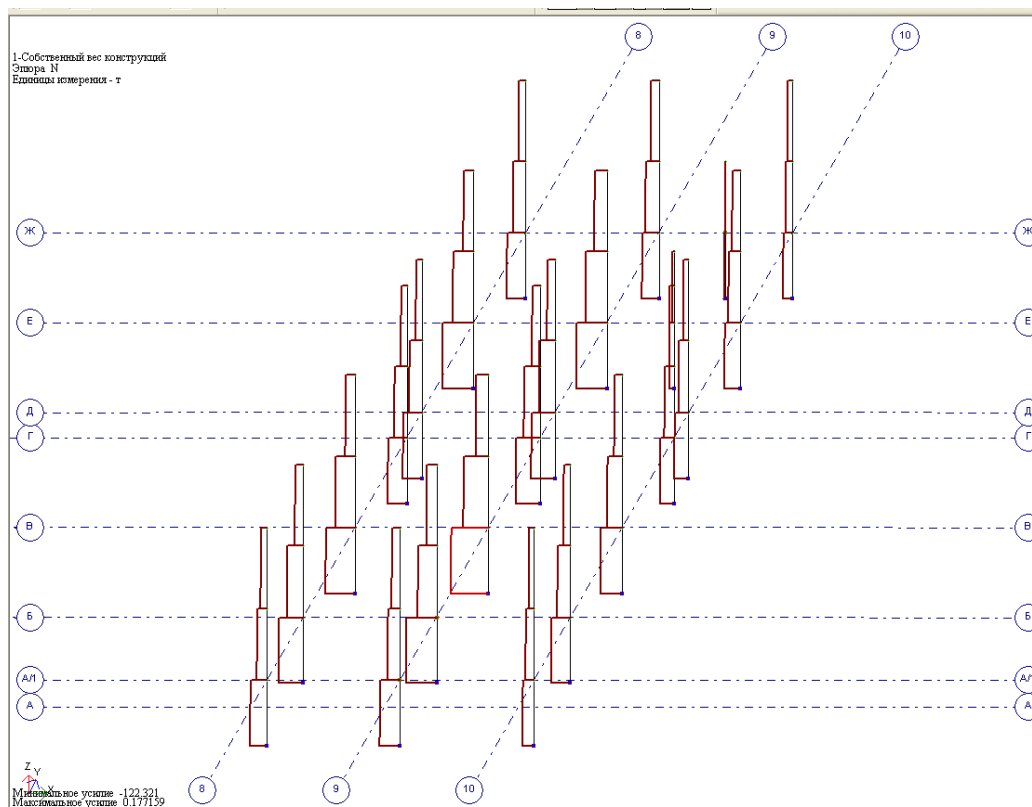


Рисунок 3.4 – Усилия N в колоннах II-го температурного блока

Усилия  $M_y$  в колоннах показаны на рисунке 3.5 и на рисунке 3.6.

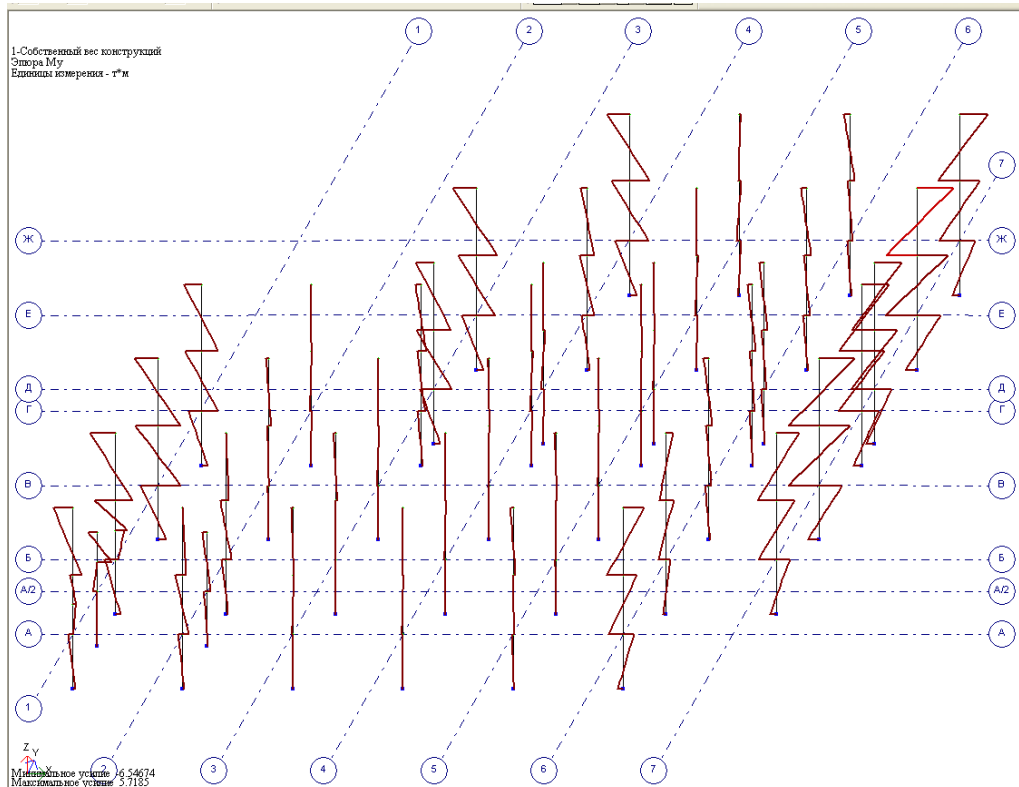


Рисунок 3.5 – Усилия  $M_y$  в колоннах I-го температурного блока

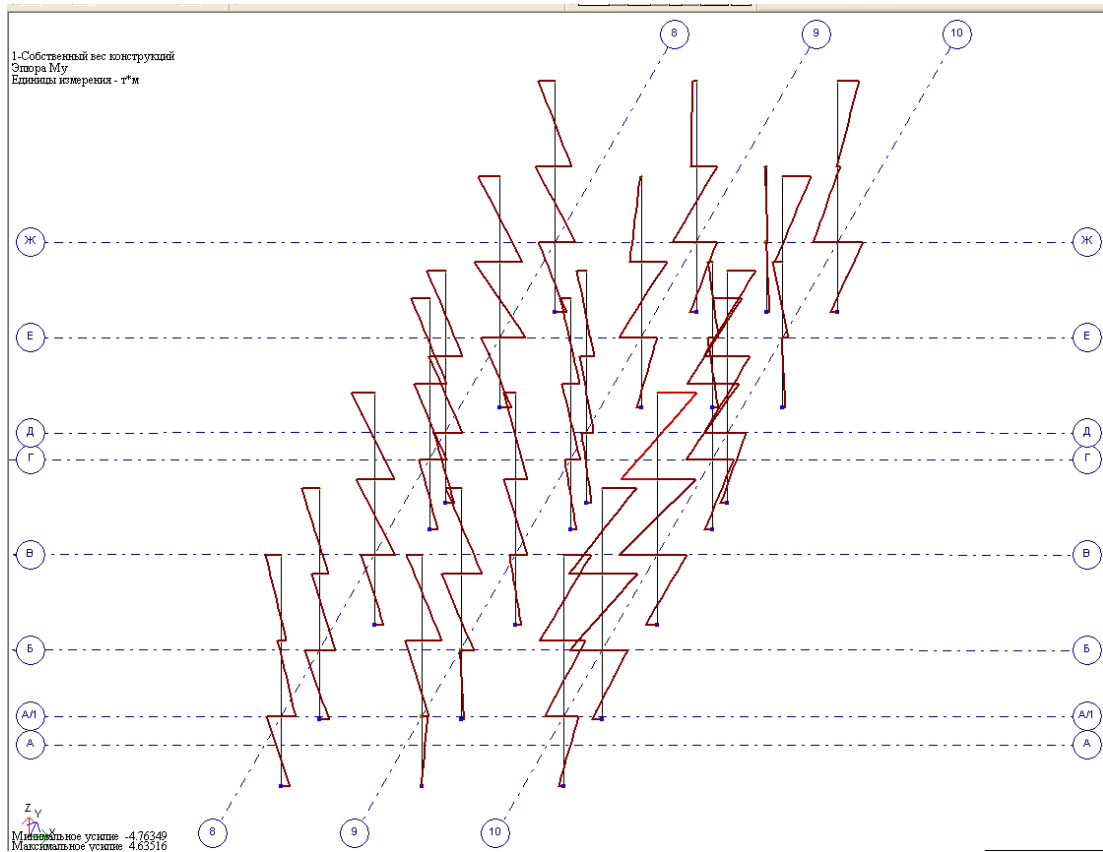


Рисунок 3.6 – Усилия  $M_y$  в колоннах II-го температурного блока

Усилия  $M_z$  в колоннах показаны на рисунке 3.7 и на рисунке 3.8.



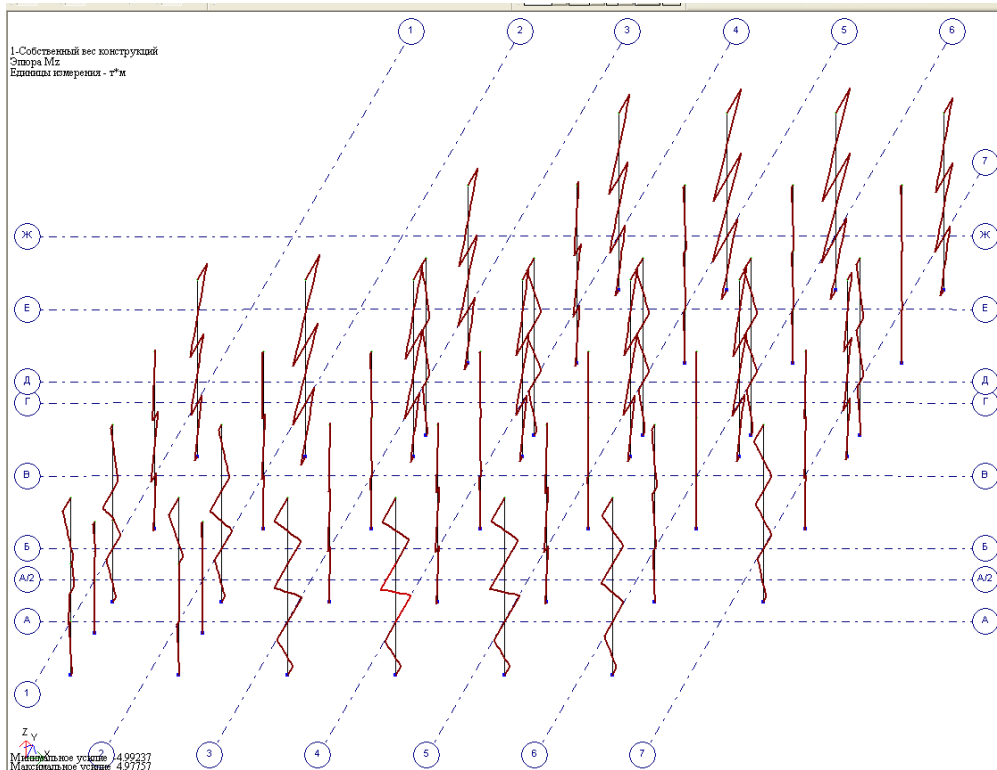


Рисунок 3.7 – Усилия  $M_z$  в колоннах I -го температурного блока

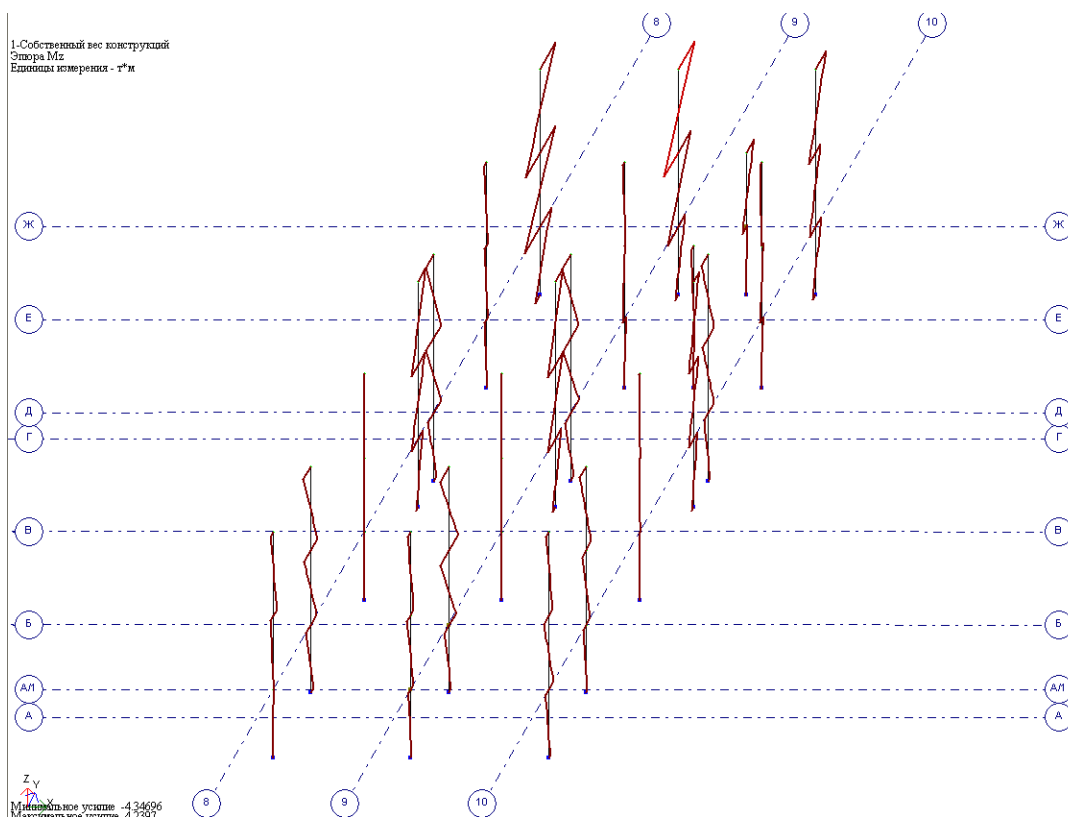
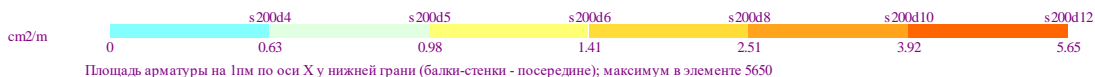


Рисунок 3.8 – Усилия  $M_z$  в колоннах II -го температурного блока



Площадь арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 5650

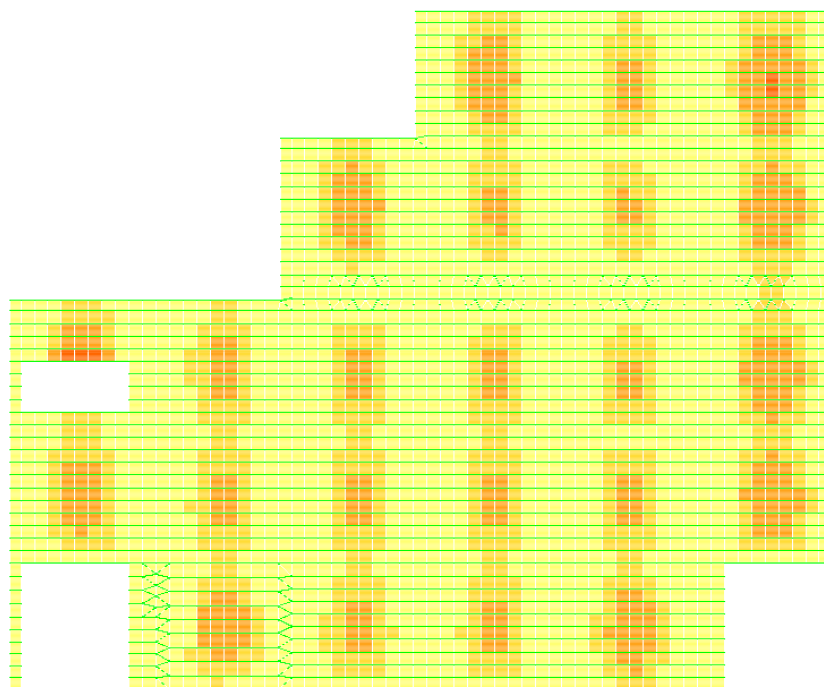
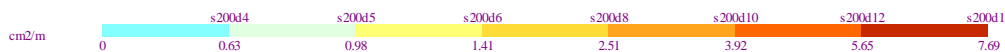


Рисунок 3.9 – Нижнее армирование плиты перекрытия I-го температурного блока по оси X



Площадь арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 5880

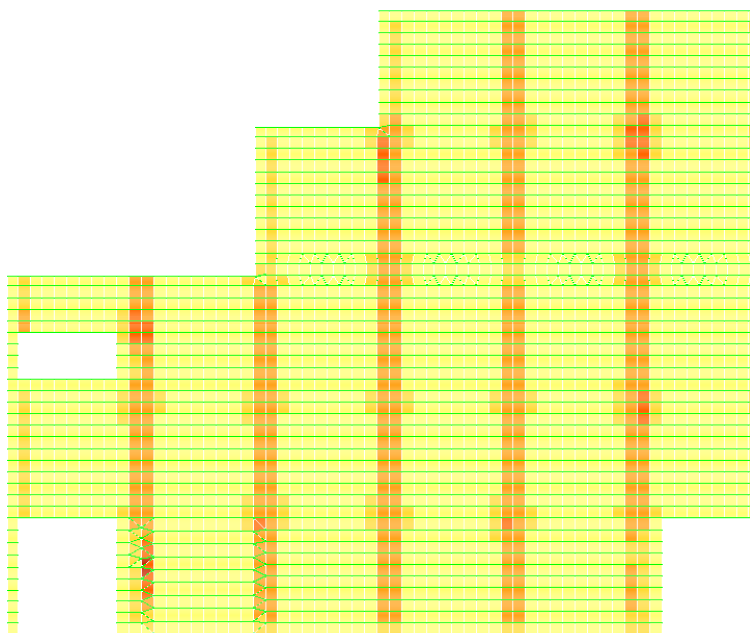


Рисунок 3.10 – Верхнее армирование плиты перекрытия I-го температурного блока по оси X

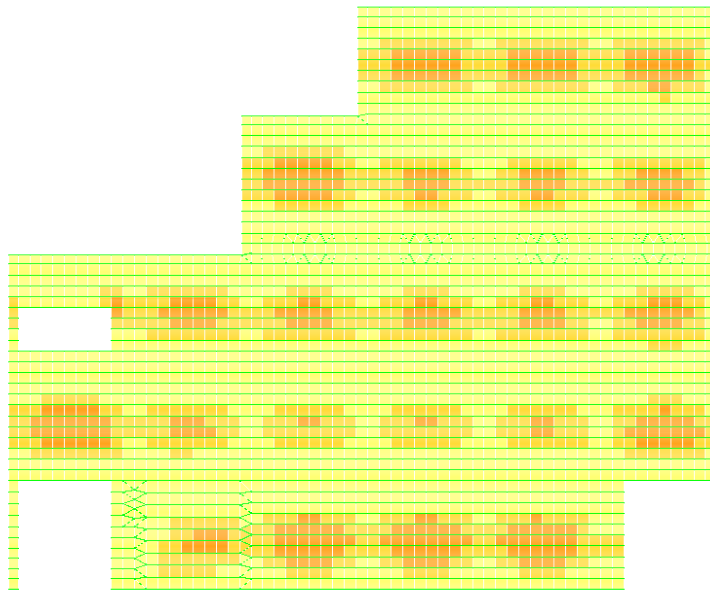
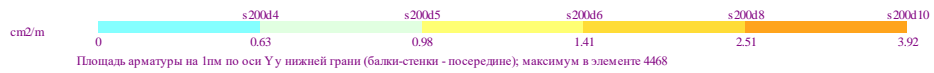


Рисунок 3.11 – Нижнее армирование плиты перекрытия I-го температурного блока по оси Y

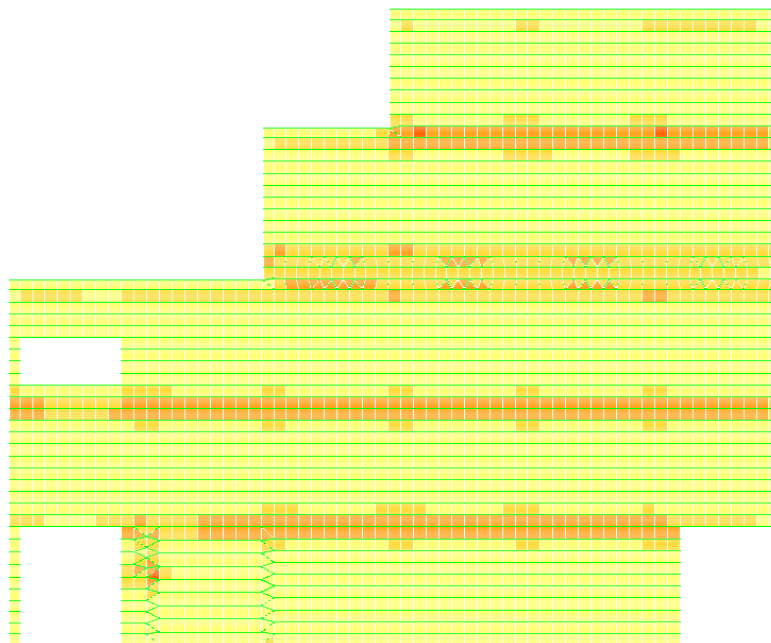
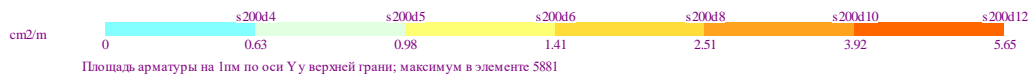


Рисунок 3.12 – Верхнее армирование плиты перекрытия I-го температурного блока по оси Y

Усилия  $M_y$  в ригелях показаны на рисунке 3.13 и на рисунке 3.14.

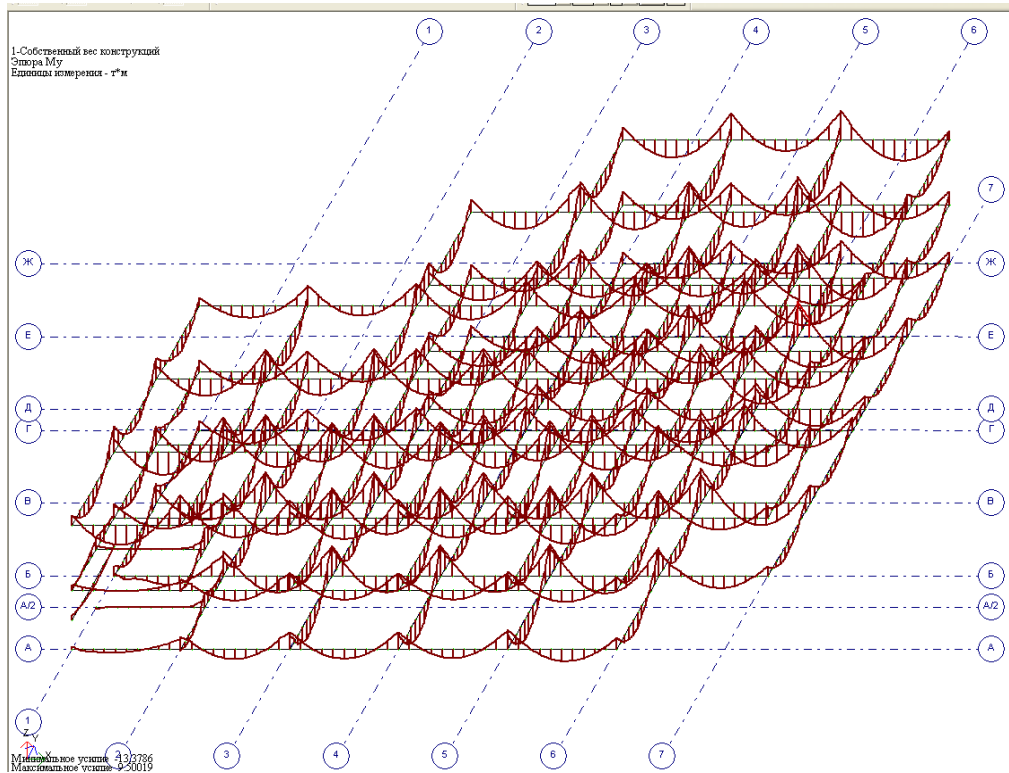


Рисунок 3.13 – Усилия  $M_y$  в ригелях I -го температурного блока

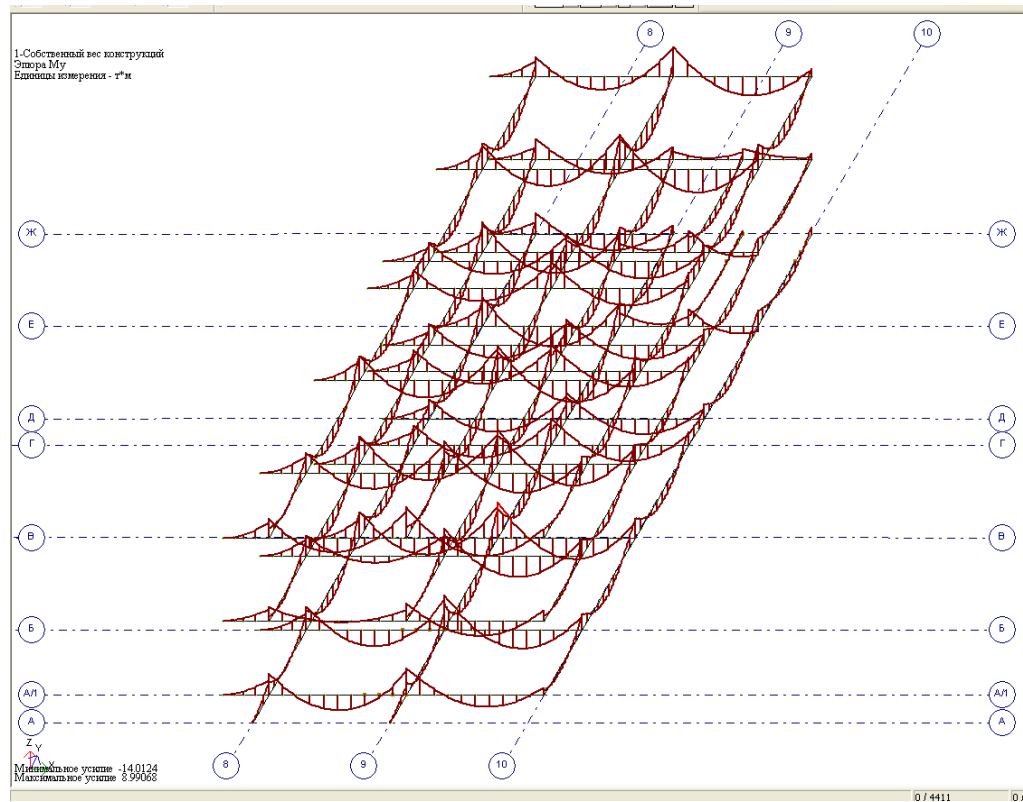


Рисунок 3.14 – Усилия  $M_y$  в ригелях II -го температурного блока

Расчёт на основе разработанной модели КЭ показал, что принятая конструкторская система и сечение железобетонных элементов торгового комплекса обеспечивает достаточную грузоподъёмность, устойчивость и жесткость здания при действии основных нагрузок в проекте.

### 3.2 Расчет ригеля

Сборно-монолитный железобетонный ригель.

Сечение – тавровое.

Размеры сечения сборной части ( $h \times b$ ) –  $400 \times 400$  мм.

Класс бетона по прочности на сжатие – В25.

Проектное сопротивление бетона на сжатие –  $R_b=14,5$  МПа.

Проектное сопротивление бетона на растяжение –  $R_{bt}=1,05$  МПа.

Класс арматуры по прочности – АIII.

Расчетное сопротивление арматуры растяжению –  $R_s=365$  МПа.

Проектное сопротивление арматуры на сжатие –  $R_{sc}=365$  МПа.

Проектное сопротивление арматуры растяжению –  $R_{sw}=290$  МПа.

Максимальный изгибающий момент –  $M=-285,6$  кНм.

Поперечная сила –  $Q=180,2$  кН.

Расчетная схема ригеля показана на рисунке 3.15.

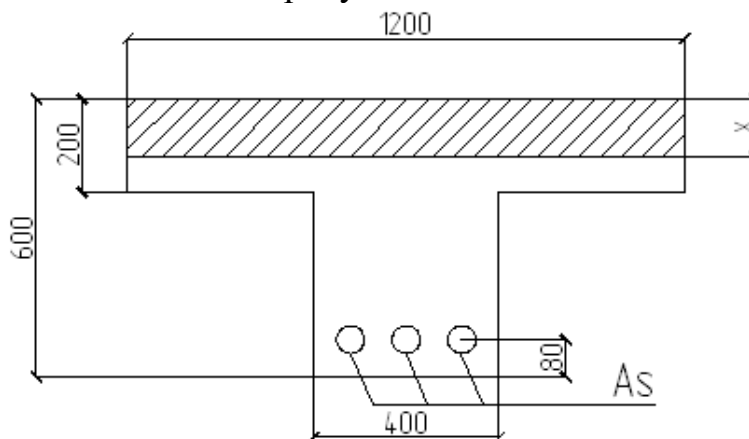


Рисунок 3.15 – Расчетная схема ригеля

Определяется высота рабочей зоны:

$$h_0 = h - a. \quad (3.4)$$

$$h_0 = 600 - 80 = 520 \text{ мм}$$

Расчет производится согласно п.3.25 [10] предполагая, что сжатая арматура не требует расчётов. Необходимо проверить условие (3.5), принимая  $A_s = 0$ .

$$M \leq R_b b_f h_f (h_0 - 0,5h_f) + R_{sc} A_s (h_0 - a); \quad (3.5)$$

$$285,6 \leq 14,5 \cdot 1200 \cdot 200(520 - 0,5 \cdot 200) = 1462 \text{кНм.}$$

Условие выполняется, отсюда следует что граница зоны которая сжата проходит в полке, и вычисление выполняется как прямоугольное сечение ширины  $b = b'_f = 1200 \text{мм}$ .

Найдем значение коэффициента  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_{b2} R_b b h_0^2} \leq \alpha_R. \quad (3.6)$$

$$\alpha_m = \frac{285,6 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 14,5 \cdot 1200 \cdot 520^2} = 0,128.$$

По таблице 3.2 [10] находится значение коэффициента  $\alpha_R = 0,411$ .

$0,128 < 0,411$  – условие выполняется.

Следовательно, сжатая арматура по расчету не требуется.

Определяется требуемая площадь растянутой арматуры:

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s}. \quad (3.7)$$

$$A_s = \frac{14,5 \cdot 1200 \cdot 520 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,128})}{365} = 3107,15 \text{мм}^2.$$

Принимается арматура  $4\phi 32$   $A_s = 3217 \text{мм}^2$ .

Проверяем процент армирования:

$$\mu = \frac{\sum A_s}{b h_0} \cdot 100\%; \quad (3.8)$$

$$\mu = \frac{3217}{1200 \cdot 520} \cdot 100\% = 0,52 > 0,05\%.$$

Диаметр поперечных стержней:

$$d_{sw} \geq 0,25 d_s; \quad (3.9)$$

$$d_{sw} \geq 0,25 \cdot 32 = 8 \text{мм.}$$

Принимается  $2\phi 12$   $A_{sw} = 226 \text{мм}^2$ .

Длина приопорных участков:

$$\frac{1}{4} \cdot l = \frac{1}{4} \cdot 7500 = 1875 \text{мм.}$$

Требуемый шаг поперечных стержней на приопорных участках:

$$S = \frac{h}{2} = \frac{600}{2} = 300\text{мм} > 150\text{мм}.$$

Принимается шаг стержней  $S=250\text{мм}$ .

Определим шаг поперечных стержней в середине балки:

$$S = \frac{3}{4}h = \frac{3}{4}600 = 450\text{мм}.$$

Принимается шаг стержней  $S = 450\text{мм}$ .

Проверяется условия:

1) Расчет по полосе между наклонными сечениями

$$Q \leq \varphi_{b1} R_b b h_0, \quad (3.10)$$

где  $\varphi_{b1}$  – коэффициент, принимаемый 0,3.

$$180,2 \leq 0,3 \cdot 14500 \cdot 0,4 \cdot 0,52 = 904,8\text{кН}.$$

Условие выполняется, следовательно, прочность по смещенной под наклоном полосе между трещинами под наклоном соблюдена.

2 Расчет по наклонным сечениям

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}, \quad (3.11)$$

где  $Q_b$  – сила расположенная поперёк, принимаемая бетоном в наклонном сечении;  
 $Q_{sw}$  – сила расположенная поперёк, принимаемая поперечной арматурой в наклонном сечении.

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c}, \quad (3.12)$$

где  $\varphi_{b1}$  – коэффициент, принимаемый 1,5.

$$Q_{sw} = \varphi_{sw} q_{sw} c, \quad (3.13)$$

где  $\varphi_{sw}$  – коэффициент, равный 0,75;

$q_{sw}$  – нагрузка в поперечной арматуре на величину длины элемента, будет

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_w}. \quad (3.14)$$

$c$  – наиболее опасная длина проекции наклонного сечения, принимаемая  
 $h_0 \leq c \leq 2h_0$

$$Q_b = \frac{1,5 \cdot 0,105 \cdot 120 \cdot 52,0^2}{2 \cdot 52,0} = 491,4 \text{ кН.}$$

$$q_{sw} = \frac{29 \cdot 2,26}{15} = 4,3 \text{ кН/см.}$$

$$Q_{sw} = 0,75 \cdot 4,3 \cdot 2 \cdot 52,0 = 335,4 \text{ кН,}$$

$$180,2 \text{ кН} \leq 491,4 + 335,4 = 826,8 \text{ кН.}$$

Условие выполняется, следовательно, прочность по наклонной трещине обеспечена.

Проверяется условий прочности:

$$R_b b x = R_s A_s - R_{sc} A_{sc}. \quad (3.15)$$

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_{sc} (h_0 - a). \quad (3.16)$$

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}.$$

$$x = \frac{36,5 \cdot 32,96}{1,45 \cdot 120} = 6,9 \text{ см.}$$

$$285,6 \text{ кН} \leq 14,5 \cdot 120 \cdot 6,9 (52,0 - 0,5 \cdot 6,9) = 582,9 \text{ кН.}$$

Условие выполняется, следовательно, прочность обеспечена.

Армирование ригеля показано на рисунке 3.16.

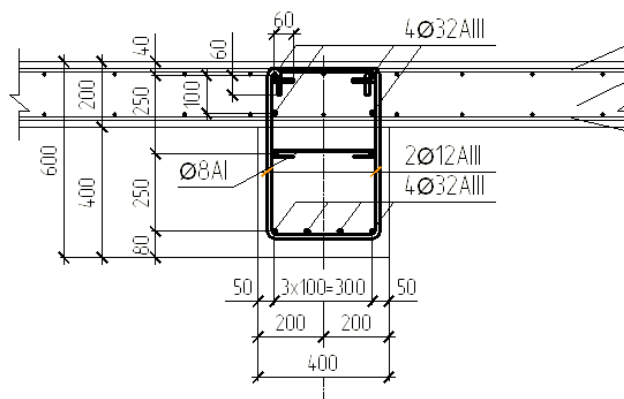


Рисунок 3.16 – Армирование ригеля

### 3.3 Расчет колонны

Сборная железобетонная колонна.

Сечение – прямоугольное.

Размеры сечения ( $h \times b$ ) – 400 × 400 мм.

Высота колонны – 4300 мм.

Класс бетона по прочности на сжатие – В25.



Проектное сопротивление бетона на сжатие –  $R_b=14,5$  МПа.  
 Проектное сопротивление бетона на растяжение –  $R_{bt}=1,05$  МПа.  
 Класс арматуры по прочности – АIII.  
 Расчетное сопротивление арматуры растяжению –  $R_s=365$  МПа.  
 Проектное сопротивление арматуры на сжатие –  $R_{sc}=365$  МПа.  
 Проектное сопротивление арматуры на растяжение –  $R_{sw}=290$  МПа.  
 Максимальный изгибающий момент –  $M=-125,9$  кНм.  
 Продольная сила –  $N=-2281,8$  кН.  
 Расчетная схема колонны показана на рисунке 3.17.

Расчетная длина колонны:

$$l_0 = \mu l. \quad (3.17)$$

$$l_0 = 2 \cdot 3,0 = 6,0 \text{ м.}$$

Армирование колонны продольно выбирается согласно условию прочности, которое рассчитывается согласно формулы:

$$N_{ult} \leq \varphi (R_b A + R_{sc} A_{s,tot}), \quad (3.18)$$

где  $A_{s,tot}$  – суммарная площадь продольной арматуры колонны.

Найдем отношение:

$$\frac{l_0}{h} = \frac{600}{40} = 15 > 10.$$

Значение коэффициента, учитывающего влияние продольного изгиба  $\varphi=0,92$  по таблице 8.1 [10].

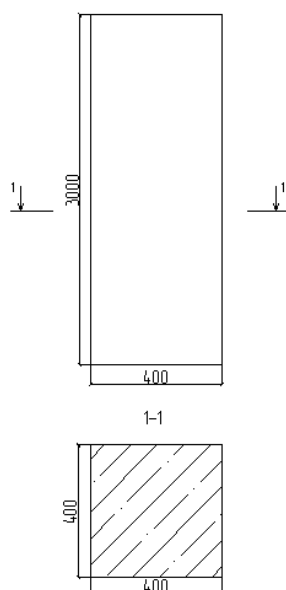


Рисунок 3.17 – Расчетная схема колонны

Необходимая площадь арматуры расположенной продольно  $A_{s_{tot}}$  назначается согласно условиям:

1) Согласно условию прочности:

$$A_{s_{tot}} = \frac{1}{R_s} \left( \frac{N_{ult}}{\varphi} - R_b A \right) = \frac{1}{36,5} \cdot \left( \frac{2281,8}{0,92} - 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1600 \right) = 10,75 \text{ см}^2,$$

2) Согласно требованию минимального коэффициента армирования:

$$\mu_{min} = 0,005 (0,5\%): A_{s_{tot}} \geq 2A \cdot \mu_{min} = 2 \cdot 1600 \cdot 0,005 = 16,0 \text{ см}^2.$$

Принимается  $4\varnothing 20$ ,  $A_s = 16,08 \text{ см}^2$ .

Конструкция арматуры расположенной поперёк:

Армирование в колоннах поперёк делается в целях:

- изготовления объемных каркасов;
- предотвращает выброс продольных стержней;
- сдерживает поперечных трещины бетона.

Размер арматуры расположенной поперёк  $d$  выбирается исходя из свариваемости с продольными а стержнями арматуры диаметром  $D$ :

$$d \geq 0,25D = 0,25 \cdot 16 = 4 \text{ мм.}$$

Принимается поперечная арматура  $\varnothing 6$  А I.

Шаг арматуры поперёк не должен быть больше:

$$s \leq 20D = 20 \cdot 16 = 320 \text{ мм.}$$

Принимается  $s = 300$  мм (кратно 50 мм).

Сечение защитного слоя бетона  $a_b$  для продольной рабочей арматуры колонн рекомендуют выбирать:

- не меньше стержня диаметром:  $a_b \geq D = 16$  мм,
- не меньше 20 мм:  $a_b \geq 20$  мм.

Необходимый размер от грани колонны наружу до центра тяжести арматуры расположенной продольно:

$$a \geq a_b + 0,5 \cdot 16 = 16 + 0,5 \cdot 16 = 24 \text{ мм.}$$

Принимается  $a = 50$  мм, тогда защитный слой равен:

$$a_b = a - 0,5D = 50 - 0,5 \cdot 16 = 42 \text{ мм} > 16 \text{ мм.}$$

Толщина бетонного защитного слоя для поперечной арматуры колонны должна быть:

- не меньше толщины стержня:  $a_{bw} \geq d = 6$  мм,
- не менее 15 мм:  $a_{bw} \geq 15$  мм.

Реальная толщина слоя защитного составляет:

$$a_{bw} = a_b - d = 50 - 6 = 44 \text{ мм} > 15 \text{ мм.}$$

Следовательно, условия по толщине защитного слоя соблюдены.

Проверим соблюдение требований прочности на изгибающий момент:

$$M \leq M_{ult}; \quad (3.19)$$

Так как армирование принято симметричное ( $R_s A_s = R_{sc} A_s$ ), значение  $M_{ult}$  вычислим согласно формулы:

$$M_{ult} \leq R_s A_s (h_0 - a). \quad (3.20)$$

где  $a = x/2$ .

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}.$$

$$x = \frac{36,5 \cdot 16,08}{1,45 \cdot 40} = 10,1 \text{ см},$$

$$M_{ult} \leq 36,5 \cdot 16,08 \cdot \left(35 - \frac{10,1}{2}\right) = 175,78 \text{ кНм}.$$

Верно, значит, прочность обеспечена.

Проверяется выполнение условий прочности на действие продольной силы:

$$N \leq N_{ult}. \quad (3.21)$$

$$N_{ult} = 0,92 (1,45 \cdot 1600 + 36,5 \cdot 16,08) = 2674,4 \text{ кН},$$

$$2281,8 \text{ кН} < 2674,4 \text{ кН}.$$

$$Ne \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s (h_0 - a) \quad (3.22)$$

где  $e$  – Расстояние от точки приложения продольной силы до центра тяжести участка растянутой или наименее сжатой арматуры.

$$e = e_0 \eta + \frac{h_0 - a}{2}, \quad (3.23)$$

$\eta$  – коэффициент, учитывающий влияние продольного изгиба (отклонения) элемента на его несущую способность, определяемый по формуле:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}. \quad (3.24)$$

$$N_{cr} = 0,15 \frac{E_b b h}{(l_0/h)^2}; \quad (3.25)$$

$$N_{cr} = 0,15 \cdot \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 40}{15^2} = 32000 \text{ кН};$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{2281,8}{32000}} = 1,08;$$

$$e = 1,3 \cdot 1,08 + \frac{35 - 5}{2} = 16,4 \text{ см}.$$

$$2281,8 \cdot 16,4 \leq 1,45 \cdot 40 \cdot 10,1(35-0,5 \cdot 10,1) + 36,5 \cdot 16,08(35-5) ;$$

$$35139,72 < 35152,3.$$

Условия выполняются, следовательно, прочность обеспечена.  
Армирование колонны показано на рисунке 3.18.

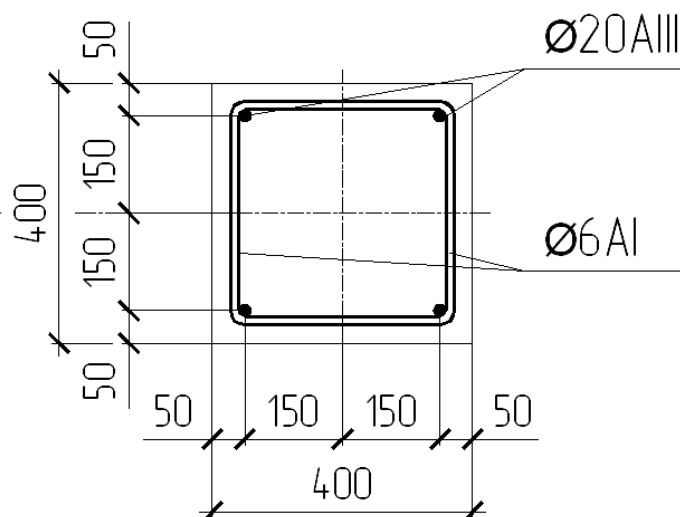


Рисунок 3.18 – Армирование колонны

### 3.4 Расчёт фундамента

#### 3.4.1 Инженерно-геологические условия строительства

##### 3.4.1.1 Физико-географические и техногенные условия

Строительство проектируемого торгового комплекса предполагается провести в г. Челябинске, Челябинской области на улице Черкасская.

В геоморфологическом отношении рассматриваемая площадка приурочена к надпойменной террасе реки Миасс. Высотные отметки земной поверхности по устьям скважин изменяются в пределах 210,35–211,56 м, что видно на схеме расположения скважин рисунок 1. Перепад высот составляет 1,21 м. Почвенно-растительный слой местами срезан. Общий уклон земной поверхности на север, в сторону реки Миасс, протекающей на расстоянии 500 м. Отметка уреза воды в реке Миасс равна 203,7 м. Поверхность строительной площадки спланирована насыпным грунтом.

Климатическая характеристика приводится по архивным данным метеостанции Челябинск.

Климатический район I В [5], (климат континентальный). Температура воздуха зависит как от влияния воздушных масс, поступающих на местность, так и от объёма полученной энергии солнца. Зима длительная, достаточно холодная и снежная. Среднемесячная температура воздуха  $-12,7^\circ$ , абсолютный минимум  $-50^\circ$  (январь 1979 г.). Лето умеренно теплое. Среднемесячная температура воздуха  $+11,5^\circ$ , абсолютный максимум составил  $39,2^\circ$  (июль 1952 г.). Среднегодовая температура воздуха  $+3,2^\circ$ .

Ветровой режим территории характерен тем, что зимой преобладают ветры юго-западного направления, летом – северо-западного. В годовой розе ветров преобладают юго-западные направления. Средняя скорость 3–4 м/с, максимальные порывы достигают в основном 19–30 м/с.

По времени и площади осадки с атмосферы распределены не равномерно. Годовое количество осадков 410–450 мм. Наибольшее количество осадков приходится на июль.

#### 3.4.1.2 Геологическое строение

Для определения геологического строения было выполнено бурение 8-ми скважин, опробование грунтов, испытания грунта вертикальной статической нагрузкой, лабораторные и камеральные работы.

В тектоническом отношении территория входит в состав Восточно-Уральского прогиба. В ходе исследований геологии на глубине имеются скальные грунты палеозойского возраста и дисперсные грунты мезозойского, кайнозойского возраста.

Генетические типы четвертичных континентальных отложений и формаций представлены почвами делювиального, аллювиального и элювиального генетических типов. Техногенные отложения образовались в результате производственной деятельности, делювиальные сформировались на склонах в результате плоскостного смыва, аллювиальные образовались в результате деятельности постоянных поверхностных водотоков, элювиальные сформировались в коре выветривания и представляют собой верхнюю выветрелую часть скальных пород. Дисперсные грунты залегают в виде слоев переменной мощности.

Скальные грунты представлены гранодиоритами. Кровля скального грунта неровная. По данным инженерно-геологических изысканий прошлых лет и геологического картирования простирание слоев скальных пород северо-восточное.

Последовательность напластования грунтов отображена в таблице 3.1.

Таблица 3.6 –Геологический состав рассматриваемого участка

Возраст в геологии	№ ИГЭ	Подробности ИГЭ	Слой толщиной, ИГЭ, м
Кайнозойская группа KZ	ИГЭ № 1	Суглинок полутвердый dQ <sub>4</sub> , коричневый, коричнево-коричневый, с песочным включением и пятнами карбонатов белого цвета	2,4-5,5
	ИГЭ № 2	Песок пылеватый aQ <sub>4</sub> , желтый, желто-оранжевый, слоистый, с глинистыми прослойками серо-белого цвета, насыщенный водой, в низах толщи встречается хорошо окатанная галька размером до 5 см	0,2-2,6
Мезозойская группа MZ	ИГЭ № 3	Суглинок твердый eMZ, серо-коричневый, с неравномерно распределенными дресвой и щебнем 10-30%, с частично сохранившейся структурой материнских пород	0,4-4,9
Палеозойская PZ	ИГЭ № 4	Гранодиорит PZ низкой прочности, серо-коричневый, мелкозернистый структуры, сильнотрещиноватый	пройденная 2,0-5,0

#### 3.4.1.3 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия исследованной площадки характеризуются одним горизонтом подземных вод, который является не напорным, «грунтового типа», установившейся уровень зафиксирован на глубине 3,5 м – 4,8 м. Показания по состоянию на 01.04.13 г. Направление грунтового потока на север, в сторону р. Миасс.

Питание грунтовых вод в основном происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Повышение уровня грунтовых вод может составить 0,6 м.

Воды в грунте безопасны для бетона с маркой по водонепроницаемости W<sub>4</sub>. Но из за хлоридов в легкой форме оказывают негативное влияние на арматуру конструкций из железобетона при периодическом намокании.

#### 3.4.1.4 Свойства грунтов

Физико-механические параметры грунтов описываются согласно лабораторных данных.

ИГЭ № 1 Суглинок полутвердый описывается параметрами показателей физико-механических качеств, показанных в таблице 3.7.

Таблица 3.7 Свойства грунта ИГЭ № 1

Показатель	Ед. изм.	Величина
Плотность $\rho_n$		2,04
$\rho_I$	г/см <sup>3</sup>	1,94
$\rho_{II}$		2,00
Плотность частиц грунта	г/см <sup>3</sup>	2,70
Плотность сухого грунта	г/см <sup>3</sup>	1,75
Природная влажность		0,184
Влажность на границе текучести		0,280
Влажность на границе раскатывания		0,167
Число пластичности	%	12,6
Текучесть		0,12
Коэффициент пористости		0,551
Коэффициент водонасыщения		0,817
Относительная деформация набухания		0
Удельное сцепление $c_I$	кПа	25
$c_{II}$		37
Угол внутреннего трения $\varphi_I$	градус	16
$\varphi_{II}$		18
Компрессионный модуль деформации	МПа	3,0
Относительная деформация просадочности		0,003
Содержание частиц различных фракций (гранулометрический состав) размером:		
более 10 мм	%	0
10-5 мм		0
5-2 мм		3,1
2-1 мм		0,3
1-0,5 мм		6,6
0,5-0,25 мм		8,2
0,25-0,1 мм		20,9
0,1-0,05 мм		17,5
0,05-0,01 мм		12,6
0,01-0,005 мм		5,8
менее 0,005 мм		24,8

В ходе исследований в лаборатории грунт имеет классификацию как рыхлый полутвердый не разрушаемый, не вспучивающийся, сильно-пушинистый, тяжелый песчаный (имеет песчаных частиц 55,7%)

При вычислениях используются величины физико-механических свойств су-глинка полутвердого ИГЭ№1:

- удельный вес  $\gamma_I$  19,0 кН/м<sup>3</sup>,  $\gamma_{II}$  19,6 кН/м<sup>3</sup>;
- удельное сцепление  $c_I$  25 кПа,  $c_{II}$  37 кПа;
- угол внутреннего трения  $\varphi_I$  16°,  $\varphi_{II}$  18°;
- модуль общей деформации 16 МПа.

ИГЭ № 2 Песок пылеватый объясняется параметрами показателей физико-механических параметров, показанных в таблице 3.8

Таблица 3.8 – Свойства грунта ИГЭ № 2

Показатель	Ед. изм.	Величина
Плотность		
$\rho_I$	г/см <sup>3</sup>	1,78
$\rho_{II}$		1,80
Плотность частиц грунта	г/см <sup>3</sup>	2,67
Плотность сухого грунта	г/см <sup>3</sup>	1,78
Природная влажность		0,168
Коэффициент водонасыщения		0,950
Относительное содержание органических веществ		0,02
Удельное сцепление $c_I$	кПа	1,3
$c_{II}$		2,0
Угол внутреннего трения $\varphi_I$	градус	24
$\varphi_{II}$		26
Модуль общей деформации	МПа	11
Содержание частиц различных фракций (гранулометрический состав) размером:		
более 10 мм	%	0,1
10-5 мм		0,1
5-2 мм		1,3
2-1 мм		3,8
1-0,5 мм		5,7
0,5-0,25 мм		13,9
0,25-0,1 мм		38,5
0,1-0,005 мм		36,5

По данным лабораторных исследований, грунт классифицируется как пылевидный песок, насыщенный водой, с маломощными слоями пластикового выпуклости и полутвердого лома, несъёмный, крепкий, в днище толщиной хорошо покрытый гравием и галькой.

При вычислениях используются следующие значения показателей физико-механических свойств песка пылеватого ИГЭ№2:

- удельный вес  $\gamma_I$  17,4 кН/м<sup>3</sup>,  $\gamma_{II}$  17,6 кН/м<sup>3</sup>;
- удельное сцепление  $c_I$  1,3 кПа,  $c_{II}$  = 2,0 кПа;
- угол внутреннего трения  $\varphi_I$  24°,  $\varphi_{II}$  26°;
- модуль общей деформации 11 МПа.

ИГЭ № 3 Суглинок твердый характеризуется значениями показателей физико-механических свойств, приведенных в таблице 3.4.



Таблица 3.9 – Свойства грунта ИГЭ № 3

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Плотность $\rho_n$		1,90
$\rho_t$	г/см <sup>3</sup>	1,88
$\rho_{II}$		1,89
Плотность частиц грунта	г/см <sup>3</sup>	2,68
Плотность сухого грунта	г/см <sup>3</sup>	1,53
Природная влажность		0,263
Влажность на границе текучести		0,347
Влажность на границе раскатывания		0,243
Число пластичности	%	10,4
Показатель текучести		-0,081
Коэффициент пористости		0,762
Коэффициент водонасыщения		0,910
Удельное сцепление $c_t$	кПа	15
$c_{II}$		16
Угол внутреннего трения $\varphi_t$	градус	19
$\varphi_{II}$		20
Относительная деформация просадочности		0,02
Содержание частиц различных фракций (гранулометрический состав) размером:		
более 10 мм		0,1
10-5 мм		7,6
5-2 мм		4,0
2-1 мм		5,7
1-0,5 мм	%	4,4
0,5-0,25 мм		7,8
0,25-0,1 мм		10,6
0,1-0,05 мм		14,4
0,05-0,01 мм		13,8
0,01-0,005 мм		17,4
менее 0,005 мм		9,8

Благодаря лабораторным исследованиям, почву относят к твёрдому, незаселённому, несухоуженному, сильному, лёгкому песчанику (содержание частиц песка 42,8%), с дресвой и щебнем 12%, с частилистически сохранившейся структурой материнских пород, неравномерно измельчённой (от быстрой до очень медленной измельчённой).

При вычислениях используются следующие значения показателей физико-механических свойств песка пылеватого ИГЭ №3:

- удельный вес  $\gamma_I$  18,4 кН/м<sup>3</sup>,  $\gamma_{II}$  18,5 кН/м<sup>3</sup>;
- удельное сцепление  $c_I$  15 кПа,  $c_{II}$  16 кПа;
- угол внутреннего трения  $\phi_I$  19°,  $\phi_{II}$  20°;
- модуль общей деформации 19 МПа.

ИГЭ № 4 гранодиорит низкой прочности объясняется величинами физико-механических свойств, показанных в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Параметры грунта ИГЭ № 4

Показатель	Ед. изм.	Величина
Плотность $\rho_n$		2,45
$\rho_I$	г/см <sup>3</sup>	2,40
Предел прочности на одноосное сжатие:		
- в воздушно-сухом состоянии	МПа	14,0
- в водонасыщенном состоянии		2,8
Коэффициент размягчаемости		0,26

#### 3.4.1.5 Специфические грунты

На рассматриваемой строительной площадке присутствуют такие специфические грунты как элювиальные.

Элювиальные грунты, образовались в коре выветривания и никуда не перемещались. Такие грунты могут проявлять специфические свойства, например, просадка, набухание. Но на исследуемой площадке специфические свойства не выявлены.

#### 3.4.1.6 Геологические и инженерно-геологические процессы

Геологические процессы возникают под действием разных природных факторов и их сочетаний. Они подразделяются на две группы: эндогенные и экзогенные процессы. Эндогенные процессы возникают под действием внутренних сил Земли. Экзогенные процессы возникают под действием внешних сил, таких как солнце, воздух, вода.

К эндогенным процессам относятся такие явления, как тектонические движения, извержения вулканов, сейсмические движения.

Расчетная сейсмическая интенсивность в городе Челябинск равна баллах шкалы MSK – 64 для средних грунтовых условий и 3 степеней сейсмической опасности: массовое строительство А(10%) – нет; объекты повышенной ответственности В(5%) – 6; особо ответственные объекты С(1%) – 6 в течение 50 лет [15].

Рассмотрим процесс геологической деятельности подземных вод. На данной территории не может происходить подтопление и затопление, так как отметка уреза воды в реке Миасс равна 203,7 м, а высотные отметки площадки 210,35–211,56 м, что на 7 м выше уреза реки.

### 3.4.2 Определение основных параметров ростверка

По структурным причинам принимаются инженерно-геологический участок, состояние выполнения работ под свайными фундаментами стен с монолитным ростверком, под колонны – столбчатые на свайном основании.

Глубина заложения фундамента определяется в соответствии с инструкцией [12] с учетом глубины сезонного замерзания почвы, положения УГВ, теплового режима конструктивных особенностей строения и т.п.

Для г. Челябинск нормативная глубина сезонного промерзания грунтов высчитывается по:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (3.26)$$

где  $M_t$  – безразмерный коэффициент, находимый по сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур для зимы в районе,  $M_t=56,6$  [5];

$d_0$  – значение, принятое равным 0,23 м для лома и глины; мелкодисперсные и измельченные пески - 0,28 м; пески гравийные, грубые и среднего размера - 0,30 м; крупнозернистые почвы - 0,34 м.

$$d_{fn} = 0,23 \sqrt{56,6} = 1,73 \text{ м},$$

Сезонное промерзание вычисляется по формуле:

$$d_f = k_h d_{fn}, \quad (3.27)$$

где  $k_h$  – коэффициент влияния теплового режима конструкции, взятый: для нагруженных фундаментов нагретого здания по,  $k_h=0,5$ .

С учетом этого

$$d_f = 0,5 \cdot 1,73 = 0,865 \text{ м}.$$

По результатам расчета в ПК «ЛИРА» получены усилия на фундамент, а также выбраны из РСУ наиболее неблагоприятные сочетания нагрузок, представленных в таблице 3.6, эпюры загрузки фундаментов от собственного веса конструкций приведены на рисунке 3.19 и на рисунке 3.20.

Таблица 3.11 – Усилия на фундаменты

Ростверк	Усилия				
	N, тс	$M_y$ , тсм	$Q_z$ , тс	$M_z$ , тсм	$Q_y$ , тс
Р-1	228,1	0,726	0,565	0,694	0,472
Р-2	178,3	1,005	0,027	0,125	0,703
Р-3	101,5	3,158	2,591	3,376	2,588
Р-4	135,4	0,058	2,641	2,178	0,321
Р-5	128,6	0,055	3,355	2,380	0,123

Продолжение таблицы 3.11

Ростверк	Усилия				
	N, тс	M <sub>y</sub> , тсм	Q <sub>z</sub> , тс	M <sub>z</sub> , тсм	Q <sub>y</sub> , тс
Р -6	117,8	2,871	2,319	3,518	0,278
Р -7	140,2	0,043	2,781	2,252	0,134
Р -8	164,7	0,985	0,033	0,121	0,697
Р -9	159,3	3,570	2,088	1,111	0,881

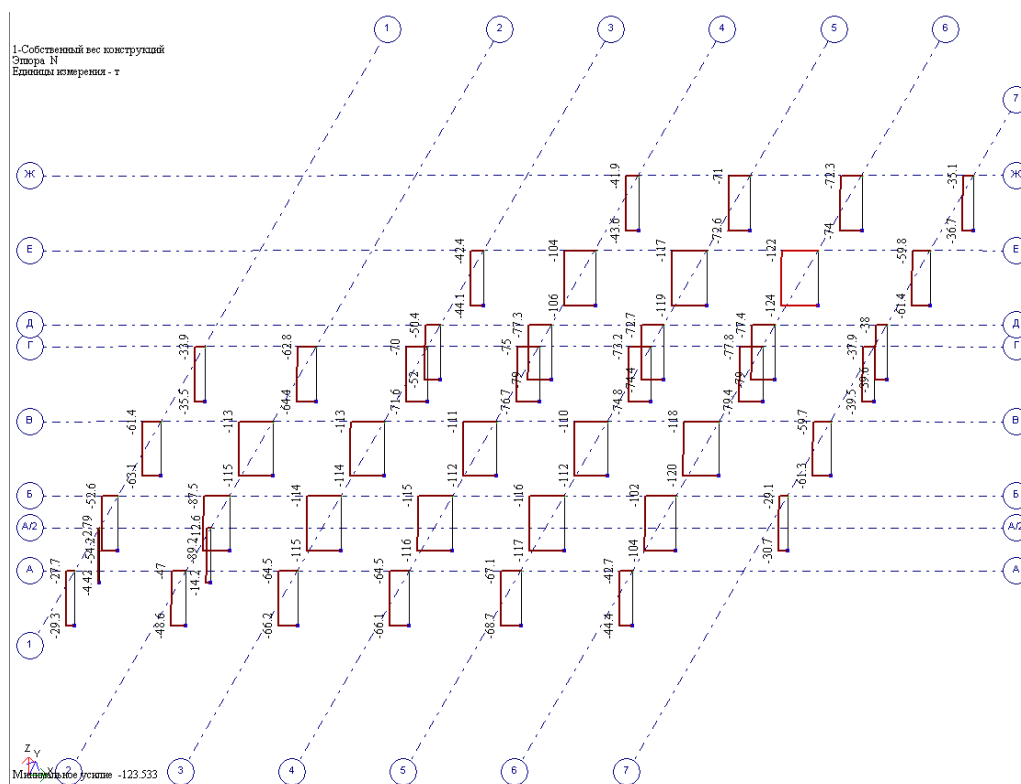


Рисунок 3.19 – Эпюра загрузки фундаментов I-го температурного блока

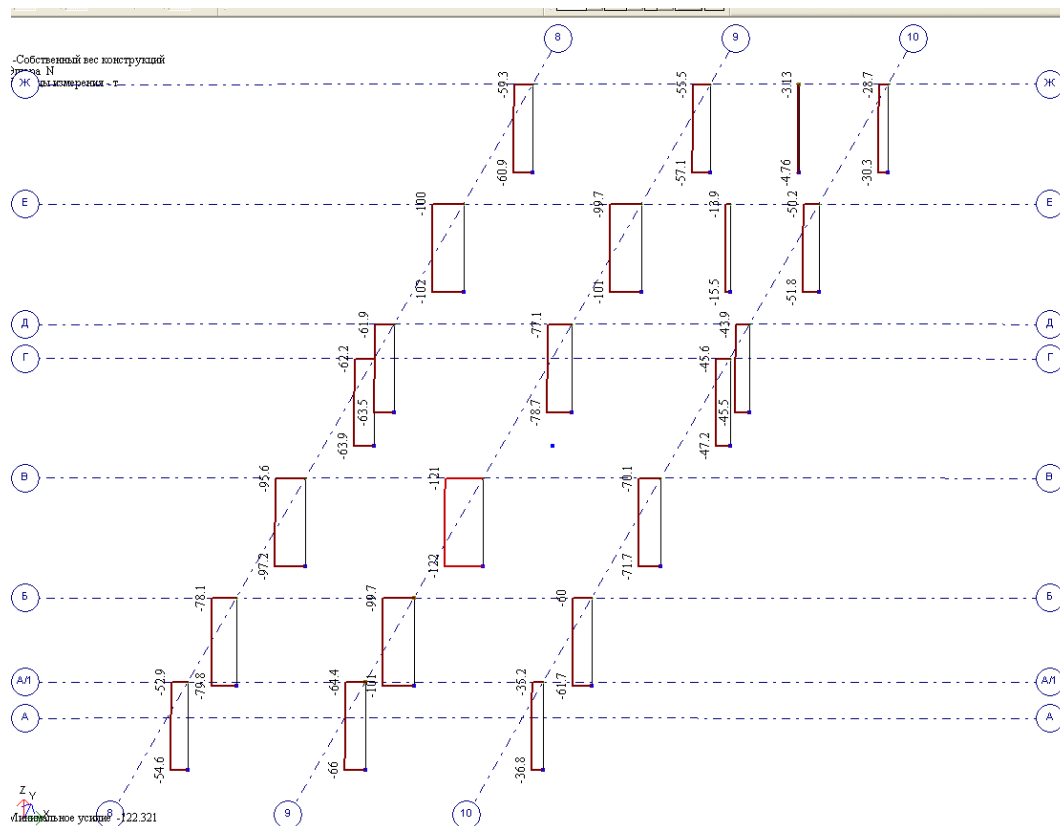


Рисунок 3.20 – Эпюры загрузки фундаментов II -го температурного блока

Несущим слоем свайного фундамента можно принять суглинок полутвердый.

Устанавливается глубина заложения подошвы ростверка  $d_k=3,4$  м, ростверк высотой  $d_1=1,25$  м.

Выбраны сваи квадратного поперечного сечения от с маркой С30.30, который не является напряженным, т.е. 3 м длиной и размеры поперечного сечения  $0,3 \times 0,3$  м. Уплотнение верхних концов свай в гранке 300 мм, назначена номинальная длина свай 2,7 м.

Несущая способность сваи определяется из состояния прочности грунта по [13, формула (7.8)]:

$$F_d = \gamma_c \left( \gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \sum_{i=1}^n \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right), \quad (3.28)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент работы сваи в грунте,  $\gamma_c=1$ ;

$\gamma_{cR}, \gamma_{cf}$  – коэффициенты условий работы свай целесообразно под нижним концом и по боковой поверхности свай, по [12, таблица 7.3];  $\gamma_{cR}=1$ ,  $\gamma_{cf}=1$ ;

$R$  – сопротивление грунта рассчитано под низом свай, кПа, рассчитанное по [13, таблица 7.2]. Для суглинка полутвердого, при глубине погружения нижнего конца сваи равной 6,1 м, как видно по рисунку 5.5,  $R=6120$  кПа;

$f_i$  – сопротивление  $i$ -го слоя грунта в основе мощностью  $h$  с боку сваи, принимаемое по [6, таблица 7.3] в пропорциональности от глубины нахождения слоя грунта, кПа;

$h_i$  – толщина  $i$ -того слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м.

Значения расчетного сопротивления  $i$ -го слоя приведены в таблице 3.12, с учетом  $h_i \leq 2$  м.

Таблица 3.12 – Определение расчетного сопротивления  $i$ -го слоя

Грунт	Глубина $z_i$ , м	Расчетное сопротивление $f_i$ , кПа
Песок пылеватый	4,3	28,0
Суглинок твердый $I_L=$ 0,081	5,2	56,5
	6,1	58,5

$A$  – поперечное сечения сваи,  $A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$  ;

$u$  – наружный периметр поперечного сечения сваи,  $u = 4 \cdot 0,3 = 1,2$  м.

Тогда по формуле (3.28) несущая способность висячей забивной сваи:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 6120 \cdot 0,09 + 1,2(0,9 \cdot 28,0 + 0,9 \cdot 56,5 + 0,9 \cdot 58,5)) = 705,2 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка на сваю определяется по состоянию прочности грунта:

$$P = \frac{F_d}{1,15 \gamma_k}, \quad (3.29)$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент надежности, присваиваемый в зависимости от способа определения грузоподъемности сваи и равный  $\gamma_k = 1,4$ ;

$$P = \frac{705,2}{1,15 \cdot 1,4} = 438,0 \text{ кН}$$

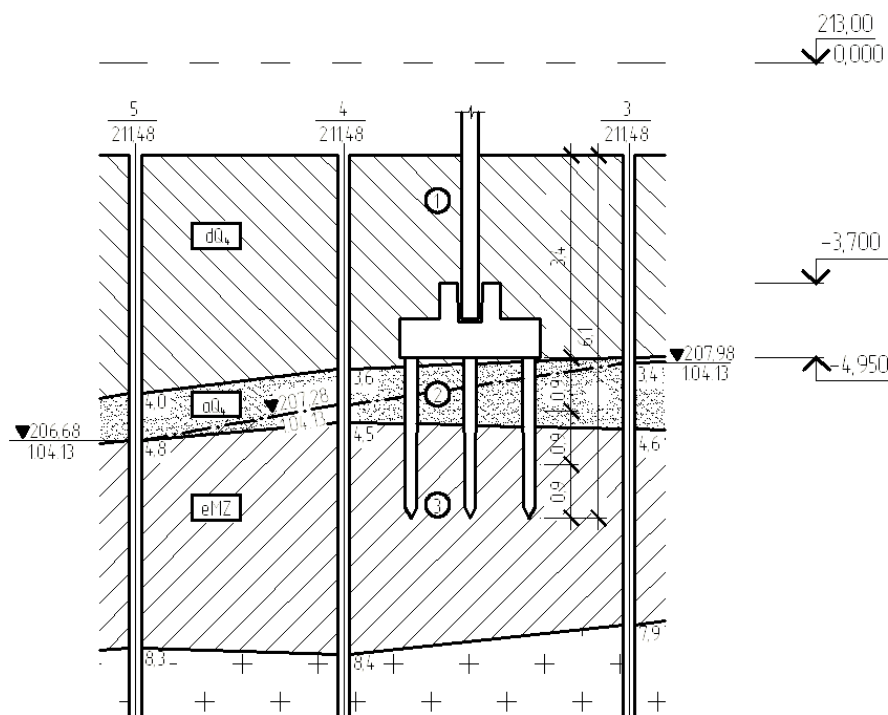


Рисунок 3.21 – Расчетная схема сваи

Несущая способность сжимающей сваи определяется состоянием прочности материала.

$$F_{dm} = \varphi \gamma_c (\gamma_b R_b A + R_{sc} A_a), \quad (3.30)$$

где  $\varphi$  – коэффициент продольного изгиба,  $\varphi=1$ ;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы, для свай сечением 30x30 см  $\gamma_c = 1$ ;

$\gamma_b$  – коэффициент условия работы бетона, для всех типов свай, за исключением буронабивных,  $\gamma_m=1$ ;

$R_b$  – вычисленное сопротивление бетона на сжатие по оси, равное для свай из бетона класса В25  $R_b = 14500$  кПа;

$A_a$  – площадь сечения поперёк рабочей арматуры, м<sup>2</sup>; 4Ø10 АШ с расчетным сопротивлением сжатию  $R_{sc} = 270$  МПа.

$$A_a = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000314 \text{ м}^2.$$

Согласно формулы (3.30), несущая возможность сваи будет равняться

$$F_{dm} = 1 \cdot 1 (1 \cdot 14500 \cdot 0,3 \cdot 0,3 + 270000 \cdot 0,000314) = 1390 \text{ кН}.$$

Исходя из расчётов выбирается наименьшая из найденной величины  $P$ ,  $F_{dm}$ , т.е.  $P=503,8$  кН.

Высчитаем приблизительно кол-во свай в фундаменте согласно

$$n = \frac{N^P}{P} \cdot 1,2, \quad (3.31)$$

где 1,2 – коэффициент, увеличивающий кол-во свай в фундаменте на 20% вследствие действия изгибающего момента и поперечной силы;

$N^P$  – расчетное значение вертикальной нагрузки при коэффициенте надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,1$ ,

$$N^P = 2281 \cdot 1,1 = 2509,1 \text{ кН}.$$

Согласно формулы (5.6)

$$n = 2509,1 \cdot 1,2 / 596,6 = 4,97.$$

Получаем кол-во свай:  $n=5$ .

Размещаем сваи – это показано на рисунке 3.22, и определено размерами рост-верка согласно плана, длина по осям свай будет равна 6d. Расстояние от края рост-верка до внешнего края сваи не менее 20 см, она взята 29 см, как показано на рис. 3.23.

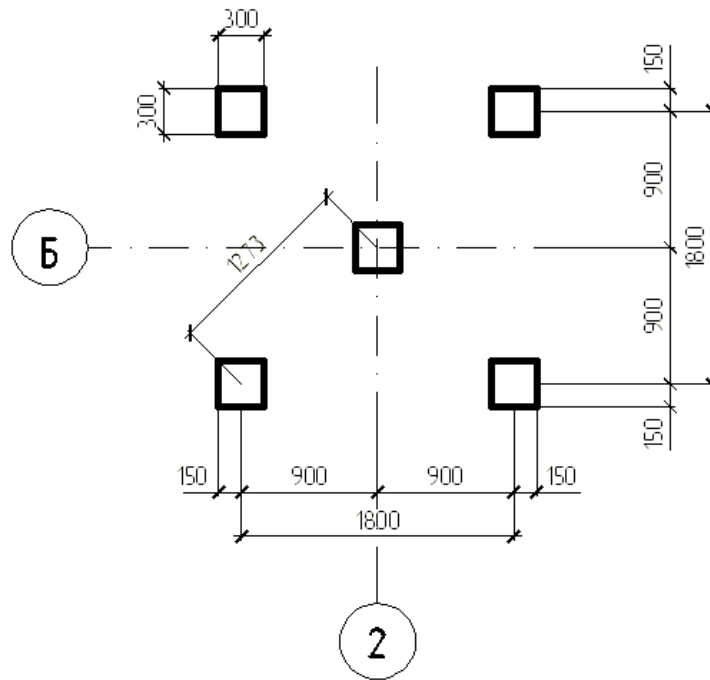


Рисунок 3.22 – Расстановка свай

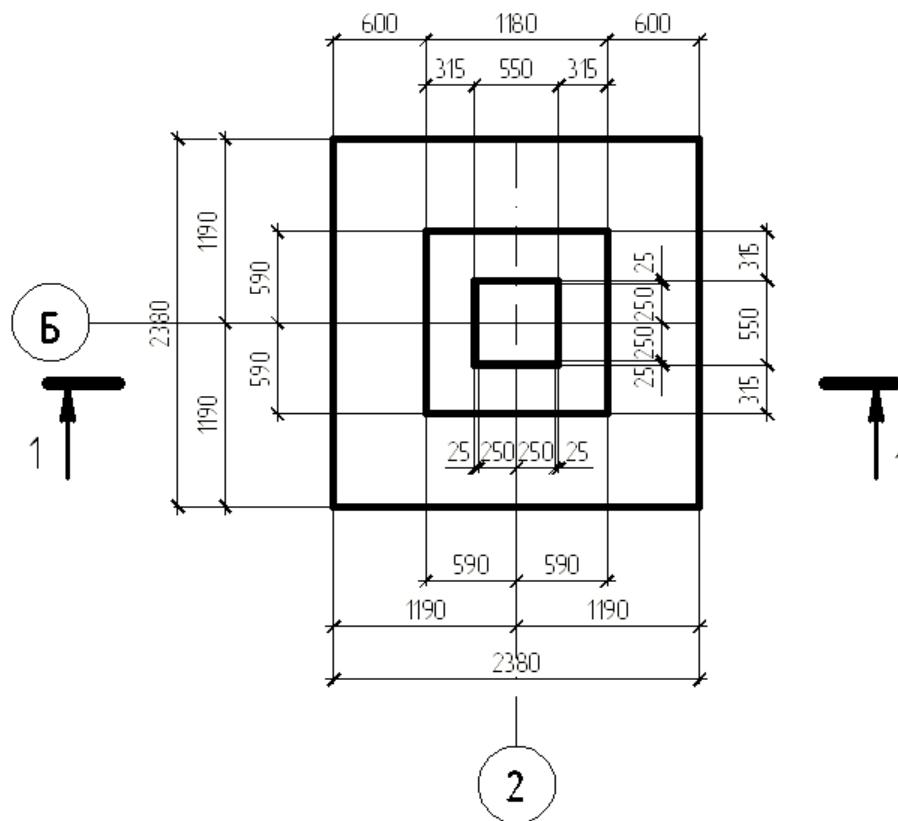


Рисунок 3.23 – Габариты ростверка

Нагрузка на угловые сваи фундамента проверяется как наиболее загруженная согласно формуле:



$$N_{\text{св}}^{\frac{\text{max}}{\text{min}}} = \frac{N^P + G}{n} \pm \frac{M \cdot x}{\sum x_i^2}, \text{ кН}, \quad (3.32)$$

где  $x$  – длина от основной оси до оси угловой сваи, м,  $x=0,9$  м;

$G$  – нагрузка по расчётам от своего веса ростверка и грунта на его ступенях, кН, ориентировочно определяемая при  $\gamma_f = 1,1$  как

$$G = \gamma_f \cdot A_p \cdot \gamma \cdot d_1 \quad (3.33)$$

$$G = 1,1 \cdot 2,38 \cdot 2,38 \cdot 20 \cdot 1,25 = 155,8 \text{ кН};$$

$M$  – вычисляемая величина изгибающего момента относительно главной оси подошвы ростверка, кНм, при  $\gamma_f = 1,1$ , определяемое как

$$M = M^P + Q^P \cdot d_1 \quad (3.34)$$

$$M = 7,3 \cdot 1,1 + 5,7 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 15,9 \text{ кНм};$$

$\sum x_i^2$  – сумма квадратичных расстояний от основной оси до оси каждой сваи фундамента, м<sup>2</sup>.

$$\sum x_i^2 = 4 \cdot 0,9^2 = 3,24 \text{ м}^2.$$

Тогда по формуле (3.32)

$$N_{\text{св}}^{\text{max}} = \frac{2509,1 + 155,8}{5} + \frac{15,9 \cdot 0,9}{3,24} = 537,4 \text{ кН}.$$

$$N_{\text{св}}^{\text{min}} = \frac{2509,1 + 155,9}{5} - \frac{15,9 \cdot 0,9}{3,24} = 528,6 \text{ кН}.$$

Проверятся выполнение условий:

$$N_{\text{св}}^{\text{max}} \leq 1,2P,$$

$$537,4 \text{ кН} \leq 1,2 \cdot 438,0 = 545,6 \text{ кН};$$

$$N_{\text{св}}^{\text{min}} > 0,$$

$$528,6 \text{ кН} > 0.$$

Т.к. выполняются оба условия, то окончательно принимается 5 свай в фундаменте, как и показано в рисунке 3.22.

Далее проверяют напряжения в грунте в плоскости нижних концов свай. Свайный фундамент традиционно воспринимается как массивный жесткий фундамент глубокой укладки, контур которого ограничен сверху - по поверхности планировки, снизу - по плоскости, проходящей через нижние концы свай, с боков - вертикальными плоскостями, расположенными на расстоянии от наружных граней

$$\text{свай } h_p \cdot \text{tg} \frac{\varphi_{\text{II}}}{4}.$$

Для слоистой толщи определяем среднее значение угла внутреннего трения в почве

$$\varphi_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_{III} \cdot h_i}{h_p}, \quad (3.35)$$

где  $\varphi_{III}$ ,  $h_i$  – согласно расчетному значению угла внутреннего трения и величина каждого слоя грунта в пределах проектного размера свай, град., м.

$$\varphi_{II} = \frac{18 \cdot 0,1 + 26 \cdot 1,0 + 20 \cdot 1,6}{2,7} = 22^\circ;$$

$$\alpha = \varphi_{II}/4 = 5,5^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,0963.$$

Отсюда следует, что размер подошвы примерного фундамента в плане:

$$b_{усл} = l_{усл} = 0,9 \cdot 2 + 0,15 \cdot 2 + 2 \cdot 2,7 \cdot 0,0963 = 2,38 \text{ м.}$$

Площадь подошвы относительного фундамента:

$$A_{усл} = l_{усл} b_{усл} = 2,38 \cdot 2,38 = 5,67 \text{ м}^2.$$

Давление под основанием условного фундамента (в плоскости нижних концов свай) определяется от эффекта расчетных нагрузок, соответствующих II группе предельных состояний, то есть при  $\gamma_f = 1$  согласно:

$$p = \frac{N^p + G}{A_{усл}}, \text{ кПа}, \quad (3.36)$$

где  $G$  – Расчетная нагрузка от личного веса свай, стен, грунтов, водоёмов в пределах условного фундамента, определяемая по приближительным для этих грунтов условиям по

$$G = A_{усл} (h_p + d_1) \gamma_m \gamma_f. \quad (3.37)$$

$$G = 5,67 (2,7 + 1,25) 20 \cdot 1 = 447,9 \text{ кН.}$$

Исходя из этого, следует (3.36)

$$P = (2509,1 + 447,9) / 5,67 = 521,5 \text{ кПа.}$$

Проектное сопротивление грунта под основанием условного фундамента

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \left[ M_\gamma \cdot K_z \cdot b_{усл} \cdot \gamma_{II} + M_q (h_p + d_1) \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II} \right], \quad (3.38)$$

где  $M_\gamma, M_q, M_c$  – коэффициенты, выбираемые в [13] соотношении от угла внутреннего трения грунта основания условного фундамента  $\varphi = 18^\circ$ , поскольку это слой суглинка полутвердого, то  $M_\gamma = 0,36$ ,  $M_q = 2,43$ ,  $M_c = 4,99$ ;

$\gamma_{II}$  – расчетная величина удельной массы грунта, находящихся ниже подошвы примерного фундамента,  $\text{кН/м}^3$ , в данном случае, для суглинка полутвердого  $\gamma_{II}=18 \text{ кН/м}^3$ ;

$\gamma'_{II}$  – средняя величина удельной массы почвы, находящейся выше подошвы примерного фундамента,  $\gamma'_{II} = \gamma_{II} = 18 \text{ кН/м}^3$ ;

$c_{II}$  – расчетное величина удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно ниже подошвы фундамента, для суглинка полутвердого  $c_{II}=37,0 \text{ кПа}$ . Таким образом, по формуле (3.38)

$$R = 1,25 \cdot 1/1 [0,36 \cdot 1 \cdot 2,38 \cdot 18,0 + 2,43(2,7 + 1,25)18,0 + 4,99 \cdot 37,0] = 566,0 \text{ кПа.}$$

Производим проверку

$$P < R, \quad (3.39)$$

$$521,5 \text{ кПа} < 566,0 \text{ кПа.}$$

Верно.

### 3.4.3 Расчет железобетонного ростверка

Проводят проверку на прессование колонной по ростверку, боковые стороны которой проходят от наружных граней колонны к внутренним граням свай.

Формула расчета:

$$N \leq 2R_{bt} \cdot H_0 [\alpha_1 (h_c + c_2) + \alpha_2 (b_c + c_1)], \quad (3.40)$$

где  $N$  – расчетная сила давления равна удвоенной сумме реакций всех свай, расположенных на одной наиболее нагруженной стороне оси колонны за пределами нижнего основания пирамиды давления. Рассчитывается из сил, действующих в плоскости вершины фундамента,  $\text{кН}$ , с учетом коэффициента надежности нагрузки при расчете предельных состояний по I группе;

$H_0$  – рабочая высота створки при сборке колонны от дна рукава до верха нижней рабочей арматуры сетки, м,  $H_0 = 0,52 \text{ м}$ ;

$h_c, b_c$  – размеры сечения колонны,  $h_c = 0,4 \text{ м}$ ,  $b_c = 0,4 \text{ м}$ ;

$c_1, c_2$  – допускается расстояние от соответствующих граней колонн до внутренних граней тяжелых свай, расположенных вне нижнего основания, перфорационной пирамиды, м  $c_1 = 0,6 \text{ м}$ ,  $c_2 = 0,6 \text{ м}$ .

$\alpha_1, \alpha_2$  – коэффициенты без размера, равные от 2,5 до 1,

$$\alpha_i = H_0/c_i; \quad (3.41)$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 0,52/0,6 = 1,0.$$

$R_{bt}$  – вычисленное сопротивление бетона натяжению по оси, кПа, для расчёта состояния группы I с учетом коэффициента условий эксплуатации  $\gamma_{B2}=1,1$ , согласно проекту бетона классом В15  $R_{bt}=750 \cdot 1,1=825$  кПа.

Реакция единственной сваи в фундаменте вычисляем по

$$P_{\phi} = \frac{N^p + G_1}{n}; \quad (3.42)$$

$$P_{\phi} = (2509,1 + 447,9) / 5 = 597,4 \text{ кН.}$$

За пределами нижнего основания экструзионной пирамиды, в данном случае, имеется 2 сваи, так что расчетная сила выдавливания

$$N = P_{\phi} \cdot n \cdot 2; \quad (3.43)$$

$$N = 597,4 \cdot 2 \cdot 2 = 2389,6 \text{ кН.}$$

По условию (3.40) получается:

$$2389,6 \leq 2 \cdot 825 \cdot 0,52 [1,0(0,4 + 0,6) + 1,0(0,4 + 0,6)],$$
$$2389,6 \text{ кН} \leq 2416 \text{ кН.}$$

Верно, отсюда следует, что продавливание колонной ростверка не будет. Окончательно принимается ростверк, изображенный на рисунке 3.24

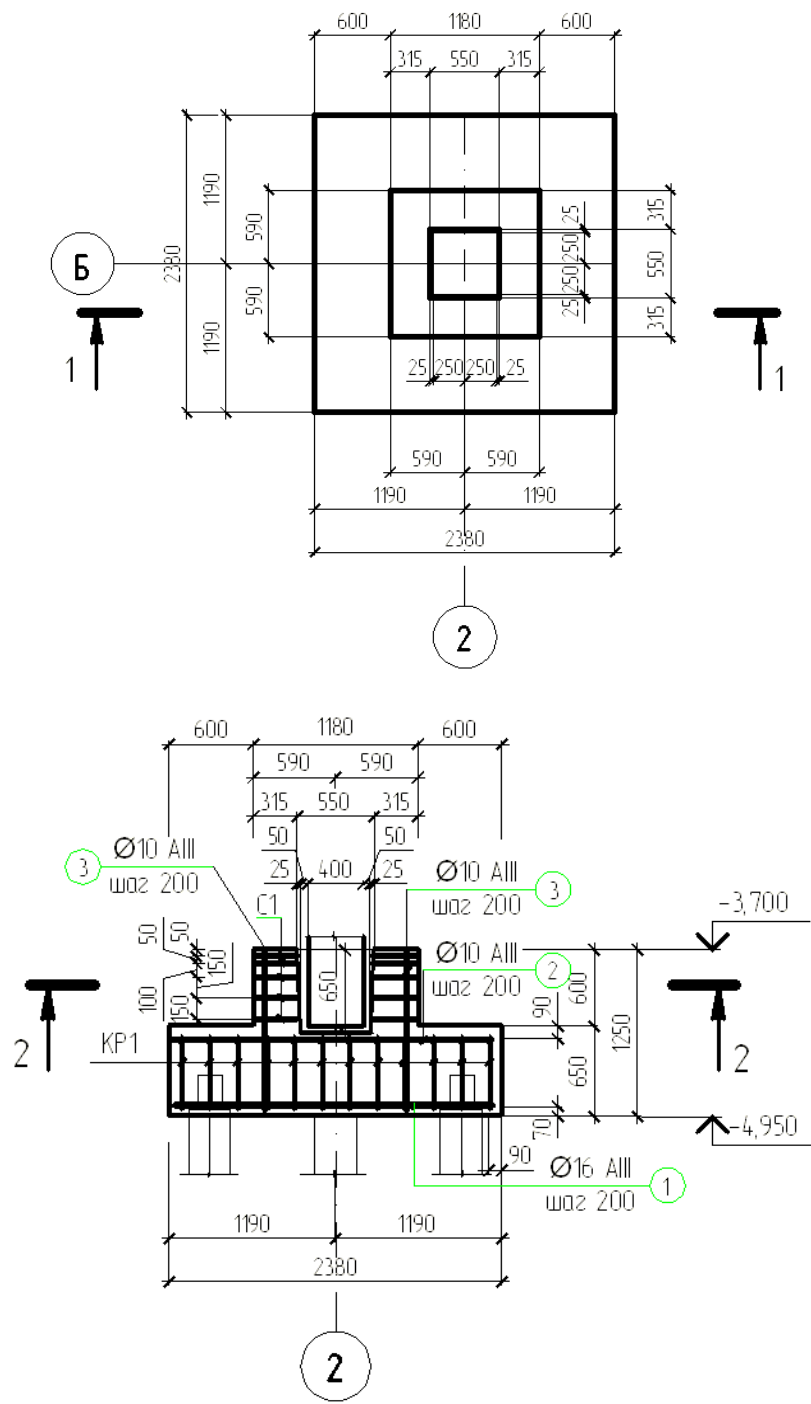


Рисунок 3.24 – Свайный фундамент с ростверком

### 3.4.4 Определение осадки ростверка

Расчет осадки ростверка методом послойного суммирования ведется по схеме, изображенной на рисунке 3.25.

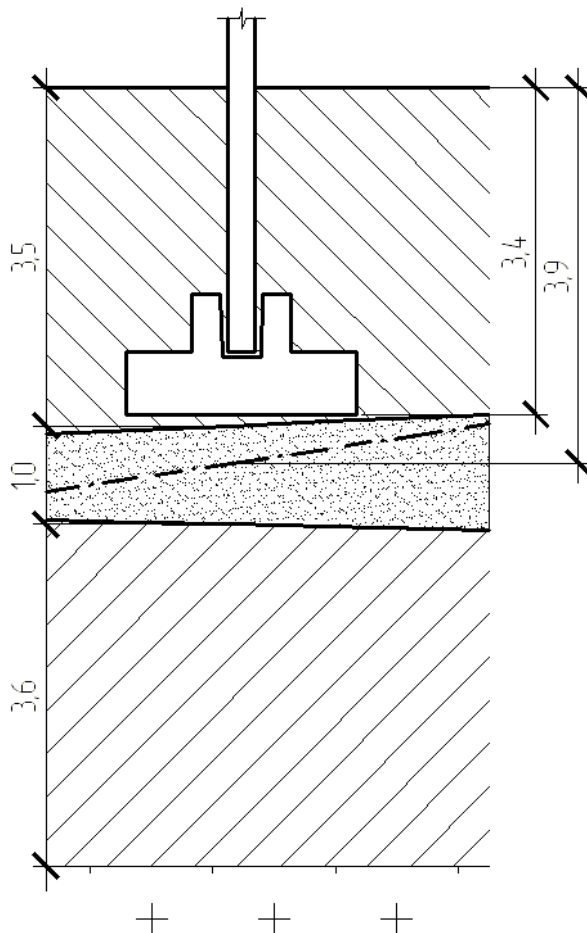


Рисунок 3.25 – Схема для расчета осадки

Напряжение от своей массы почвы в подошве фундамента:

$$\sigma_{zg0} = \gamma_{II}^1 d = 19,6 \cdot 3,4 = 66,6 \text{ кПа};$$

$$0,2\sigma_{zg0} = 13,3 \text{ кПа}.$$

Напряжение от собственного веса грунта на границе ИГЭ №1 и ИГЭ №2:

$$\sigma_{zg1} = \sigma_{zg0} + \gamma_{II}^1 (h_1 - d) = 66,6 + 19,6(3,5 - 3,4) = 68,6 \text{ кПа};$$

$$0,2\sigma_{zg1} = 13,7 \text{ кПа}.$$

Напряжение от собственного веса грунта на границе УГВ:

$$\sigma_{zg2} = \sigma_{zg1} + \gamma_{II}^2 (d_w - h_1) = 68,6 + 17,6(3,9 - 3,5) = 75,6 \text{ кПа};$$

$$0,2\sigma_{zg2} = 15,1 \text{ кПа}.$$

Напряжение от собственного веса грунта на границе ИГЭ №2 и ИГЭ №3 с учетом взвешивающего действия воды:

$$\gamma_{swII}^2 = \frac{\gamma_{s2} - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,7 - 10}{1 + 0,5} = 11,1 \text{ кН/м}^3.$$

$$\sigma_{zg3} = \sigma_{zg2} + \gamma_{swII}^2 (h_1 + h_2 - d_w) = 75,6 + 11,1(3,5 + 1,0 - 3,9) = 82,3 \text{ кПа};$$

$$0,2\sigma_{zg3} = 15,6 \text{ кПа}.$$

Напряжение от собственного веса грунта на границе ИГЭ №3 и ИГЭ №4 с учетом взвешивающего действия воды:

$$\gamma_{\text{свII}}^3 = \frac{\gamma_{\text{с3}} - \gamma_{\text{в}}}{1 + e} = \frac{26,8 - 10}{1 + 0,76} = 9,5 \text{ кН/м}^3.$$

$$\sigma_{\text{zg4}} = \sigma_{\text{zg3}} + \gamma_{\text{свII}}^3 h_3 = 82,3 + 9,5 \cdot 3,6 = 116,5 \text{ кПа};$$

$$0,2\sigma_{\text{zg4}} = 23,3 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{\text{zp}} = 228,1 \text{ кПа}.$$

Осадка основания определяется по формуле:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{\text{zpm}_i} h_i}{E_i}, \quad (3.44)$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий расширение грунта с боку,  $\beta = 0,8$ ;

$\sigma_{\text{zpm}_i}$  – усредненное давление по центру элементарного слоя который рассматривается, кПа;

$h_i$  – толщина однородного слоя,  $h_i \leq 0,4b = 0,4 \cdot 2,38 = 0,95 \text{ м}$ ;

$E_i$  – деформация по модулю грунта  $i$ -го слоя, кПа.

Должно выполняться условие

$$S < S_u, \quad (3.45)$$

где  $S_u$  – предельно допустимая осадка,  $S_u = 8 \text{ см}$ .

Результаты расчета осадки сведены в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Результаты расчета осадки основания

№ ИГЭ	$z_i$	$\zeta_i = 2z_i/b$	$\alpha_i [12]$	$\sigma_{\text{zpi}}$
ИГЭ №1	0	0	1	228,1
	0,1	0,084	0,949	216,47
ИГЭ №2	0,6	0,504	0,899	205,06
	1,1	0,924	0,691	157,6
ИГЭ №3	1,6	1,345	0,490	111,77
	2,1	1,765	0,364	83,03
	2,6	2,185	0,252	57,48
	3,1	2,605	0,189	43,11
	3,6	3,025	0,145	33,07
	4,1	3,445	0,115	26,23
	4,7	3,950	0,087	19,84

По формуле (3.44), осадка основания будет равна:

$$S = 0,8 \left( \frac{228,1 + 216,47}{2} \cdot \frac{0,1}{16000} + \dots + \frac{26,23 + 19,84}{2} \cdot \frac{0,6}{19000} \right) = 0,025 \text{ м};$$

$$0,025 \text{ м} = 2,5 \text{ см} < 8 \text{ см}.$$

Условие (3.45) выполняется, осадка фундамента  $S = 2,5 \text{ см}$  допустима.

Эпюры природного и осадочного давлений показаны на рисунке 3.26.

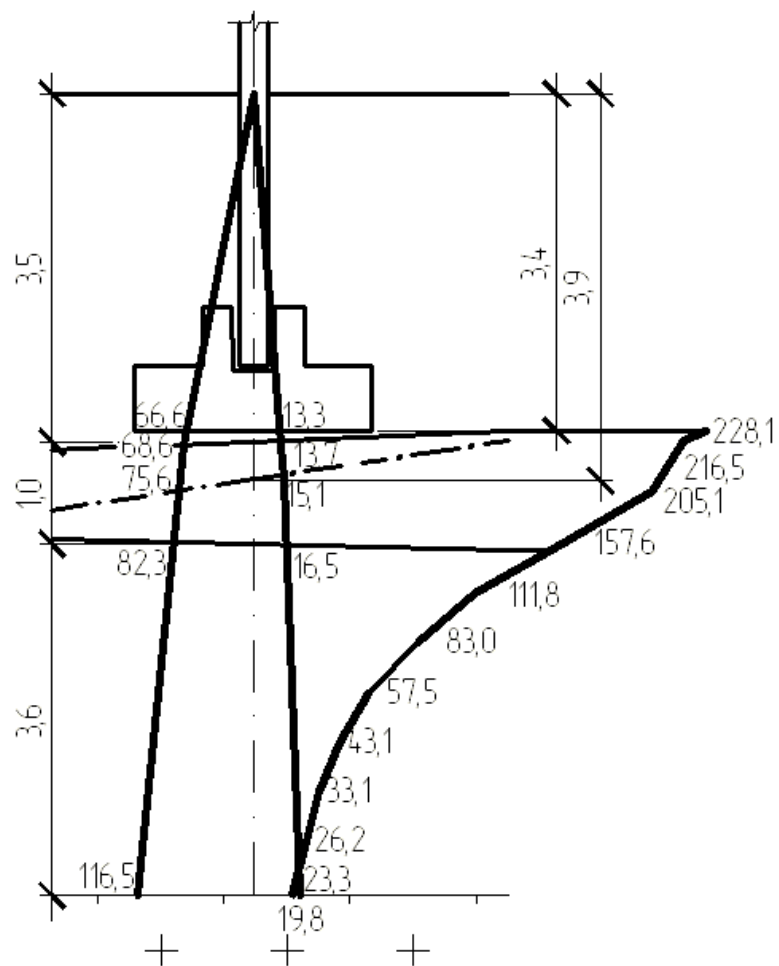


Рисунок 3.26 – Эпюры давлений



## 4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

### 4.1 Технология строительства

#### 4.1.1 Описание технологических процессов

Строительные работы делятся:

- период предварительной подготовки;
- возведение части под землёй;
- возведение части над землёй;
- выполнение отделки;
- работы связанные с благоустройством.

##### 4.1.1.1 Работы подготовительного периода

Внеплановые подготовительные действия включают прокладку линий электропередачи, прокладку тепло- и водопроводных сетей, установку канализации.

Подготовительные работы внутри площадки состоят из:

- геодезическое разделение;
- очистка и рас планирование места;
- воды на поверхности отводятся;
- готовятся к строительству.

Комплекс работ по расчистке территории включает в себя пересадку или охрану зеленых насаждений, расчистку участка от ненужных деревьев, кустарников, корчевание пеньков, начальную разметка площадки под стройку.

Для перевозки грузов из площадки под стройку и на нее по максимумы используют основную дорожная сеть и только при нужде предусмотрены дороги для временного пользования, назначаются однополосные дороги для движения по кольцу.

Стройплощадка имеет временные постройки:

- здание раздевалки и здания бытового назначения;
- здания для обогрева рабочих;
- здания для сушки;
- столовая рабочих;
- помещения для прораба;
- охранным пунктом;
- места для приема душа;
- санитарными узлами;
- ангарами для стройматериала.

##### 4.1.1.2 Земляные работы

Земляные работы объединяют процессы, связанные с обработкой почвы.

Разработку почвы проводят механически. В этом способе используется ДЗ-34С бульдозер. Основные процессы в механическом способе разработки почвы включают:

- грунт режут;
- производят транспортировку;
- производят выравнивание и раскладку;
- выполняют трамбование.

Рытье ям и траншей осуществляется с помощью экскаватора ЭО-4111Б на всю глубину с дефицитом 0,15 м для очистки вручную. В области эксплуатации рабочих тел земляных машин запрещается выполнение иных работ и расположение людей.

Строительный мусор (куски бетонного фундамента, кирпича, арматуры и т. д.) со стройплощадки убрали на свалку за городом (расстояние до 20 км) и привезли чистый грунт, чтобы залить газоны толщиной не меньше 0,2 м.

В механическом способе грунт подвергают режущей силе рабочего органа земляного станка. В результате определенные части грунта отделяются от массы и могут перемещаться и укладываться в шахте грузовика.

Минимальный угол уклона ямы - 45 градусов, уклона - 1:0,85. На проектную высоту грунт заполняется вручную.

При засыпке котлована обеспечивают стабильность и безопасность заполненных конструкций и гидроизоляционных покрытий.

#### 4.1.1.3 Устройство фундаментов

Погружение свай под фундаменты зданий сложной конфигурации осуществляется высокомеханическими самоходными установками, применение которых позволяет снизить сложность работ.

Засорение свай осуществляют с помощью свайно-дробильного аппарата СП-49.

Перед перемещением копировальных аппаратов и самоходных установок в днище стрелы копировального аппарата фиксируют свайный молоток. Механизм свай установлен таким образом, что центр молотка точно совпадает с направлением забивания свай, а направляющая стрела находится строго в вертикальном положении. После окончательной регулировки свайного механизма молоток поднимают на высоту, необходимую для заполнения свай в головку его установки. Затем центр точки проверяется на соответствие оси свай.

После забивания и покоя свай (от полутора до двух недель) для стенок располагают цельные ростверки, а для колонн - столбчатые ростверки.

#### 4.1.1.4 Возведение несущих конструкций

##### 1) Возведение сборных колонн

Временное крепление колонн в стаканы производится с помощью комплекта оснастки, состоящего из подкосов, хомута, фундаментных блоков и клиновых вкладышей. Колонна крепится в уровне стакана ростверка клиньями и в верхнем уровне – двумя подкосами, как на рисунке 4.1. Нижние концы подкосов крепятся анкерами за монтажные петли.

Заделка стыков колон с ростверком выполняется в следующей технологической последовательности:

- очистка и смачивание стыка;
- бетонирование и уплотнение;
- заглаживание поверхности;
- выбивание клиньев по достижении бетоном 70% прочности.

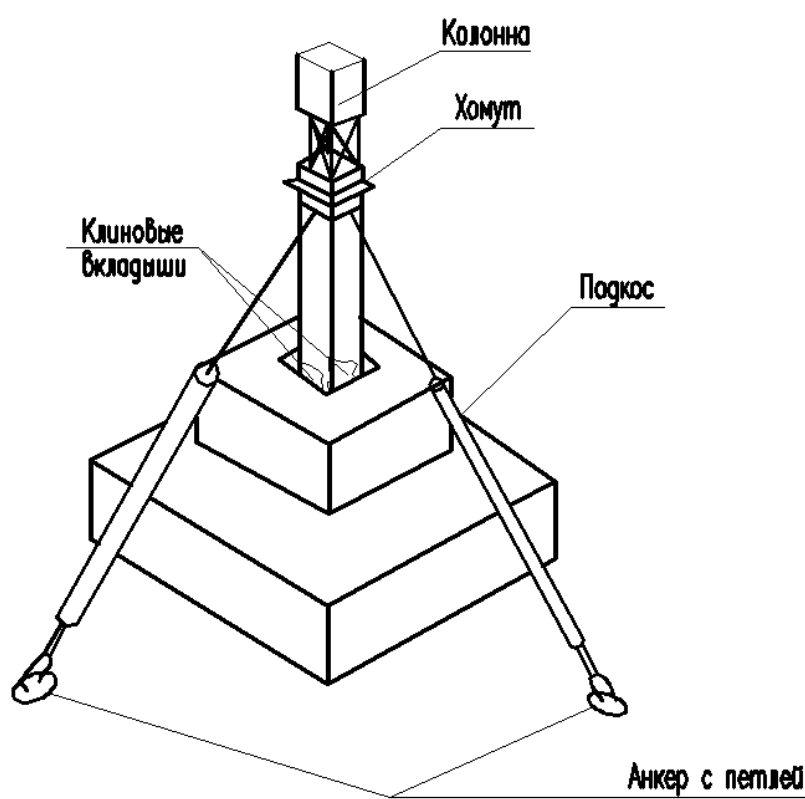


Рисунок 4.1 – Схема временного крепления колонны

## 2) Возведение сборно-монолитных ригелей и монолитных плит перекрытия

Ригели подаются краном на временные опоры, ведется их монтаж с площадок, изображенных на рисунке 4.2. После установки ригелей на колонны подается и устанавливается опалубка под монолитную плиту перекрытия, при этом используются временные опоры. Через оголенную арматуру ригелей пропускаются арматурные стержни плиты перекрытия, увязанные между собой в каркас арматурной проволокой. Ведется бетонирование плиты на величину пролета и вместе с тем оголенного участка колонны и ригеля. Узел сопряжения колонна-ригель-плита является монолитным и жестким. Бетонная смесь привозится на площадку автобетоносмесителем СБ-92, доставляется на проектные отметки с помощью автобетононасоса АБН-65/21. Вибрирование уложенного бетона ведется с помощью глубинных вибраторов И-88 и поверхностных вибраторов С-413.

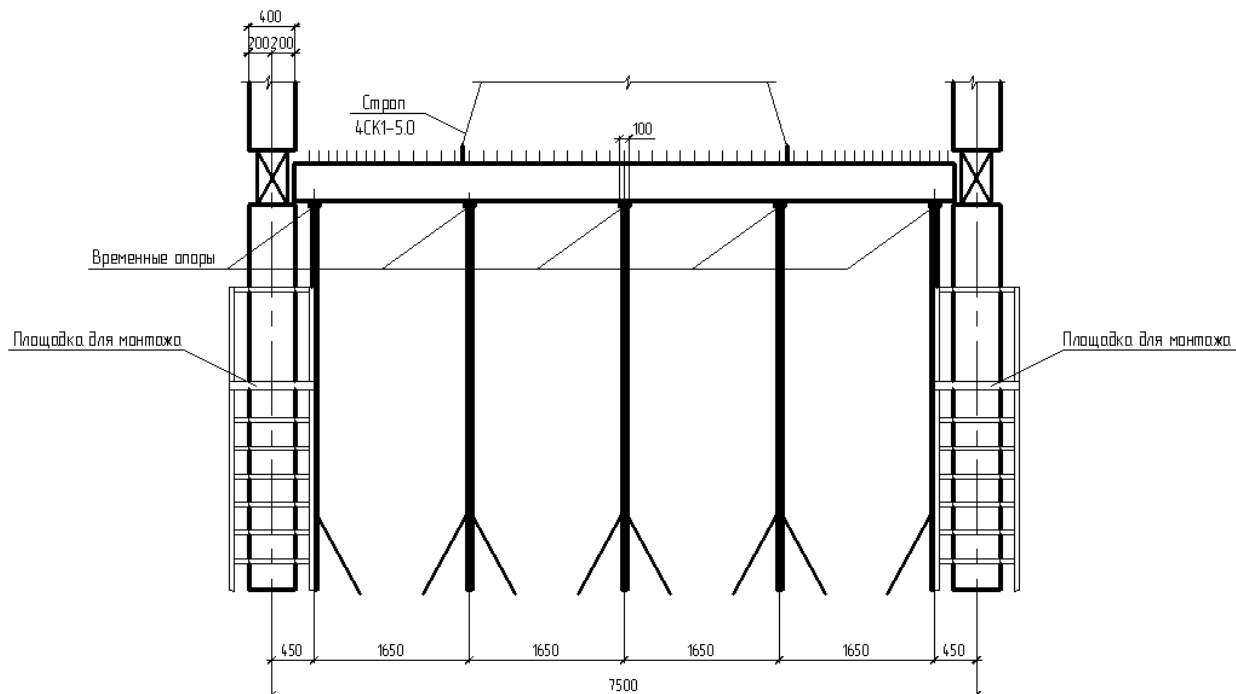


Рисунок 4.2 – Схема установки временных опор ригеля

#### 4.1.1.5 Каменные работы

Процесс каменки состоит из основных и вспомогательных операций. Основные операции включают подачу и укладку gas-and-СКГ-40/63 бетонных блоков (кирпичей) краном, подачу и выравнивание раствора, укладку блоков (кирпичей) в корпусе. Вспомогательными операциями являются установка заказов, причалов, перегрузка раствора, проверка правильности кладки по уровню и отвесу.

Кладку проводят напольно после выполнения работ по монтажу рамы и устройству межэтажного этажа.

В процессе эксплуатации осуществляют периодический контроль качества кладки - правильность укладки углов стен, горизонтальных линий кладки, вертикальность поверхностей и качество заполнения стыков. Проверка проводится не менее 2 раз на 1 м высоты стены.

Рабочее место кладки включает рабочую зону и зону размещения материалов. Для уменьшения расстояния перемещения кладки в процессе эксплуатации блоки и раствор размещают вдоль фронта работ в чередующемся порядке.

Кирпичи и блоки доставляются на строительную площадку бортовыми автомобилями. Расстояние от завода до строительной площадки - до 50 км. Для механизации погрузочно-разгрузочных работ и обеспечения большей безопасности кирпича при транспортировке его транспортируют в штабелях из 398 шт., расположенных на поддонах. Строительный раствор для кирпичной кладки с заводов поставляется авторастворителями с периодической доставкой раствора.

#### 4.1.1.6 Кровельные работы

Работы по кровле выполняют после завершения всех работ, которые в следствии могли вызвать поломки в готовой крыше.

Выполнение действий по монтажным работам:

- подготовительный этап – чистка от строй-мусора;
- измерения – в основе полученных результатов узнаем количество изделий, нужных для устройства кровли;
- пароизоляция, теплоизоляция, гидроизоляция;
- сборка кровли;
- нанесение защитного слоя бетона.

Работы с кровлей делают при температуре наружного воздуха не меньше 5°С. Материалы для кровли поднимают гусеничным краном СКГ-40/63.

#### 4.1.1.7 Специальные работы

Параллельно между собой в 2 этапа проводятся специальные работы: 1-й этап - к гипсовым работам с отставанием от монтажа на 1-2 этажах. Работы планируются с шагом, равным установке пола; 2-й этап - начало этого этапа для санитарно-электрических работ не совпадает, поскольку эти работы связаны с разной выполняемостью малярных работ. Но завершение всех особых работ должно соответствовать срокам завершения отделки. Работы на этом этапе выполняются вне потока - без деления на захваты. Малоточные аппараты монтируют специальные компании.

Сети низкого тока прокладываются по воздуху к зданию от магистральной сети и закрытым способом внутри здания. Под землей проложены электрические сети.

Для предотвращения дождей и снегов на выпускных отверстиях с защитными козырьками накрывают воздухопроводы. Для снижения шума и вибрации при работе вентиляционных установок виброизоляцию осуществляют ставят мягких амортизаторов в виде прокладок между колебательными элементами установок и конструкций.

Освещение строения сделано смешанное. Часть мест в здании по внешнему контуру освещается естественным солнечным светом, а искусственный рассеянный свет используется для освещения в центре сооружения. Конструкция обеспечивает рабочее, аварийное, ремонтное, эвакуационное освещение.

#### 4.1.1.8 Отделочные работы

В отделке внутри применяют:

- штукатурка стен;
- покраска стен и перегородок краской на основе акрила;
- устройство полов из плиток;
- монтаж подвесных потолков;
- установка дверных проемов.

К приступанию работ по отделке строения надо подготовить: вставить окна, и двери.

Работы по отделке совмещены с санитарно-техническими, электроустановочными и общестроительными работами при строгом соответствии техники безопасности. Материалы и инструменты поднимаются на полы с помощью лифтов. Отделку помещений проводят сверху вниз.

#### 4.1.1.9 Благоустройство территории

Благоустройство территории проводится в летом и совмещает асфальтирование проходов и тротуаров, и ливневой канализации, строительство автостоянки, благоустройство газонов, клумб и цветов, озеленение территории, установку бордюрных камней и кладку плитки на тротуары, обустройство скамеек и урн.

#### 4.1.2 Определение основных объёмов работ

Размеры котлована по низу равны 40,7х67,9 м.

Размеры котлована сверху (ширина  $B_B$  и длина  $L_B$ ) выбирают по учету заложения откоса в соотношении от типа грунта и глубины котлована согласно:

$$B_B = B_H + 2mh. \quad (4.1)$$

$$L_B = L_H + 2mh_{тр} \quad (4.2)$$

где  $m$  – коэффициент откоса,  $m = 0,85$ ;

$h_{тр}$  – необходимая глубина котлована, равна глубине заложения фундамента строения,  $h_{тр} = 4,95$  м.

$$B_B = 40,7 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,95 = 49,1 \text{ м.}$$

$$L_B = 67,9 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,95 = 76,3 \text{ м.}$$

Расчетная глубина котлована  $h_p$  определяется по формуле:

$$h_p = h_{тр} - h_H, \quad (4.3)$$

где  $h_H$  – величина недобора грунта,  $h_H = 0,15$  м.

$$h_p = 4,95 - 0,15 = 4,8 \text{ м}$$

Объем грунта в котловане:

$$V_k = \frac{h_p \cdot (B_H \cdot L_H + B_B \cdot L_B + (B_H + B_B) \cdot (L_H + L_B))}{6}. \quad (4.4)$$

$$V_k = \frac{4,8 \cdot (40,7 \cdot 67,9 + 49,1 \cdot 76,3 + (40,7 + 49,1) \cdot (67,9 + 76,3))}{6} = 10546,5 \text{ м}^3.$$

Количество грунта, разрабатываемого вручную, определяется согласно:

$$V = h_n \cdot B_n \cdot L_n \quad (4.5)$$

$$V = 0,15 \cdot 40,7 \cdot 67,9 = 414,5 \text{ м}^3.$$

Площадь трамбования грунта равна площади котлованов снизу.

Объем бетона для устройства монолитных ростверков под стены – 56,4 м<sup>3</sup>.

Вес арматуры для устройства монолитных ростверков под стены: Ø10 АIII – 0,03т; Ø12 АIII – 3,33т; Ø16-18 АIII – 0,074т.

Объем бетона для устройства монолитных фундаментных балок 0,53 м<sup>3</sup>.

Вес арматуры для устройства монолитных фундаментных балок: Ø8 АI – 0,005т; Ø10 АI – 0,005т.

Подсчет объема бетона для устройства монолитных столбчатых ростверков и веса требуемой арматуры приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Подсчет объема бетона и веса арматуры для столбчатых ростверков

Ростверк	Кол-во	Объем, м <sup>3</sup>	Вес арматуры, т
P-1	12	37,53	Ø10 АIII – 0,446 Ø16-18 АIII – 0,797
P-2	5	19,6	Ø8 АIII – 0,074 Ø10 АIII – 0,127 Ø16-18 АIII – 0,118
P-3	8	18,4	Ø8 АIII – 0,045 Ø10 АIII – 0,118 Ø16-18 АIII – 0,303
P-4	5	12,5	Ø8 АIII – 0,028 Ø10 АIII – 0,078 Ø16-18 АIII – 0,199
P-5	9	19,47	Ø8 АIII – 0,028 Ø10 АIII – 0,078 Ø16-18 АIII – 0,199
P-6	2	4,8	Ø8 АIII – 0,032 Ø10 АIII – 0,035 Ø16-18 АIII – 0,048 Ø20-22 АIII – 0,064
P-7	4	8,4	Ø8 АIII – 0,08 Ø10 АIII – 0,083 Ø16-18 АIII – 0,214
P-8	19	30,4	Ø8 АIII – 0,152 Ø10 АIII – 0,271 Ø16-18 АIII – 0,69
P-9	1	2,5	Ø6 АIII – 0,003 Ø8 АIII – 0,008 Ø10 АIII – 0,023 Ø16-18 АIII – 0,059

Объемы работ на монтаж каркаса:

- количество сборных колонн – 66 шт., общим весом 16,5 т;
- количество сборно-монолитных ригелей – 113шт, общим весом 13,5 т;
- количество сборных диафрагм жесткости – 2шт, общим весом 1,16 т.

Общий вес арматуры, необходимой для устройства монолитной плиты перекрытия – 3,87 т.

Объем бетона для монолитных плит перекрытий (покрытий):

$$V = (S - S_{\text{отв}}) \delta \cdot n, \quad (4.6)$$

где  $S$  – площадь опалубки,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{отв}}$  – площадь отверстий в опалубке,  $\text{м}^2$ ;

$\delta$  – толщина плиты, м;

$n$  – количество этажей.

$$V = (37,0 \cdot 62,5 - 15,5 \cdot 15 - 7,5 \cdot 6,2 - 87,0) 0,2 \cdot 3 = 1272,3 \text{ м}^3.$$

Объем кладки из кирпича на стены ниже 0,000 – 28,2  $\text{м}^3$ .

Объем кладки из кирпича на стены выше 0,000 – 141,1  $\text{м}^3$ .

Объем кладки из газобетонных блоков на стены ниже 0,000 – 74,2  $\text{м}^3$ .

Объем кладки из газобетонных блоков на стены выше 0,000 – 371,2  $\text{м}^3$ .

Площадь остекления – 458  $\text{м}^2$ .

Площадь кровли – 2024,8  $\text{м}^2$ .

#### 4.1.3 Калькуляция трудозатрат

Калькуляция трудозатрат на монтаж каркаса типового этажа приведена в таблице 4.2, на устройство монолитной плиты перекрытия типового этажа – в таблице 4.3, на строительство торгового комплекса – в таблице 4.4.

Затраты машинного времени в машинных сменах и затраты на рабочую силу в человеко-днях получают методом деления в зависимости затрат на восьми-часовую в смену.

Нормы времени при устройстве сборных и монолитных железобетонных конструкций определяю по ЕНиР [25].

Таблица 4.2 – Калькуляция затрат труда на монтаж каркаса типового этажа

№ п/п	Основание	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Норма врем., чел·час (маш·час)	Затраты труда, чел·час (маш·час)
1	§Е1-6	Подача колонн	100т	0,087	Такелажник 2р (2), машинист крана бр	25,4 (12,7)	2,21 (1,11)



Продолжение таблицы 4.2

№ п/п	Основание	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Норма врем., чел·час (маш·час)	Затраты труда, чел·час (маш·час)
2	§Е4-1-4	Установка колонн	шт.	31	Монтажник констр. 5р, 4р, 3р, 2р, машинист крана бр	3 (0,3)	93 (9,3)
3	§Е1-6	Подача ДЖ	100т	0,0059	Такелажник 2р (2), машинист крана бр	25,4 (12,7)	0,15 (0,08)
4	§Е4-1-8	Установка ДЖ	шт.	1	Монтажник констр. 5р, 4р, 3р, 2р,	1,5 (0,37)	1,5 (0,37)
5	§Е1-6	Подача ригелей	100т	0,057	Такелажник 2р (2), машинист крана бр	25,4 (12,7)	1,45 (0,72)
6	§Е4-1-6	Установка ригелей	шт.	48	Монтажник констр. 5р, 4р, 3р (2), 2р, машинист крана бр	1 (0,2)	48 (9,6)
7	§Е1, §Е4,	Устройство монолитной П/П	См. таблицу 6.3				
8	§Е1-6	Подача колонн	100т	0,078	Такелажник 2р (2), машинист крана бр	25,4 (12,7)	1,98 (0,99)
9	§Е4-1-4	Установка колонн	шт.	35	Монтажник констр. 5р, 4р, 3р, 2р, машинист крана бр	3 (0,3)	105 (10,5)
10	§Е1-6	Подача ДЖ	100т	0,0057	Такелажник 2р (2), машинист крана бр	25,4 (12,7)	0,15 (0,07)
11	§Е4-1-8	Установка ДЖ	шт.	1	Монтажник констр. 5р, 4р, 3р, 2р, машинист крана бр	1,5 (0,37)	1,5 (0,37)

Окончание таблицы 4.2

№ п/п	Основание	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Норма врем., чел·час (маш·час)	Затраты труда, чел·час (маш·час)	
12	§E1-6	Подача ригелей	100т	0,078	Такелажник 2р (2), машинист крана бр	25,4 (12,7)	1,98 (0,99)	
13	§E4-1-6	Установка ригелей	шт.	65	Монтажник констр. 5р, 4р, 3р (2), 2р, машинист крана бр	1 (0,2)	65,0 (13,0)	
14	§E1, §E4	Устройство монолитной плиты перекрытия	См. таблицу 6.3					

Таблица 4.3 – Калькуляция затрат труда на устройство плиты перекрытия

№ п/п	Основание	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Норма врем., чел·час (маш·час)	Затраты труда, чел·час (маш·час)
1	§E1-6	Подача опалубки под перекрытие	100т	0,83	Такелажник 2 р (2), машинист крана б р	7,06 (3,53)	5,86 (2,93)
2	§E4-1-35	Установка опалубки под перекрытие	м <sup>2</sup>	1127,4	Плотник 4р, 3р	0,59	665,17
3	§E25-24	Подача арматуры плиты	шт.	1	Такелажник 2 р, 3р, машинист крана бр	0,7 (0,35)	0,7 (0,35)
4	§E4-1-46	Установка арматуры плиты	т	2,06	Арматурщик 4р, 2р	11,5	23,69
5	§E4-1-48	Подача бетонной смеси бетононасосом	100м <sup>3</sup>	2,25	Слесарь строительный 4р, бетонщик 2р, машинист бетононасоса 4р	6,0 (2,03)	13,5 (4,57)

## Окончание таблицы 4.3

№ п/п	Основание	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Норма врем., чел·час (маш·час)	Затраты труда, чел·час (маш·час)
6	§Е4-1-49	Бетонирование плиты	м <sup>3</sup>	225	Бетонщик 4р, 2р	0,81	182,25
7	§Е4-1-54	Уход за бетоном	100 м <sup>3</sup>	2,25	Бетонщик 4р, 2р Слесарь стр.4,3	19,5	43,88
8	§Е4-1-35	Распалубливание опалубки под перекрытие	м <sup>2</sup>	1127,4	Плотник 3р, 2р	0,29	326,95
9	§Е4-1-35	Установка опалубки под перекрытие	м <sup>2</sup>	993,1	Плотник 4р, 3р	0,59	585,93
10	§Е4-1-46	Установка арматуры плиты	т	1,82	Арматурщик 4р, 2р	11,5	20,93
11	§Е4-1-48	Подача бетонной смеси бетононасосом	100м <sup>3</sup>	1,99	Слесарь строительный 4р, бетонщик 2р	6,0 (2,0)	11,94 (4,04)
12	§Е4-1-49	Бетонирование плиты	м <sup>3</sup>	199	Бетонщик 4р, 2р	0,81	161,19
13	§Е4-1-54	Уход за бетоном	100 м <sup>3</sup>	1,99	Бетонщик 4р, 2р Слесарь стр.4,3	19,5	38,81
14	§Е4-1-35	Распалубливание опалубки под перекрытие	м <sup>2</sup>	993,1	Плотник 3р, 2р	0,29	288,0

Таблица 4.4 – Калькуляция затрат труда на строительство торгового комплекса

№ п/п	Основание	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Норма врем., чел·час (маш·час)
1	§E25	Подготовительные работы	%	3	Машинист, разнорабочие	54 (42)
2	§E2	Земляные работы	1000м <sup>3</sup>	4,40	Машинист, разнорабочие	9,3 (2,9)
3	§E12	Свайные работы	шт.	461	Машинист, такелажники	0,6 (1,8)
4	§E4	Устройство монолитных ростверков	м <sup>3</sup>	210	Машинист, арматурщик, слесарь, бетонщик, плотник	27,9 (4,9)
5	§E3	Возведение стен из блоков и кирпичей ниже отм. 0,000	м <sup>3</sup>	102,4	Машинист, каменщик	3,2 (0,3)
6	§E2	Обратная засыпка фундаментов	1000м <sup>3</sup>	1,54	Машинист	2,7 (6,7)

По данным таблиц 4.2-4.4 строится календарный график выполнения работ, период строительства торгового комплекса – 11 месяцев.

По СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» [26] для торгового комплекса с торговой площадью 4500 м<sup>2</sup> норма продолжительности строительства 21 месяц.

Разницу в строках возведения данного здания можно объяснить применением новых менее трудоемких технологий строительства (использование современной опалубочной системы, автобетононасоса).

По данным таблиц 4.2-4.4 также строится график движения рабочих, по которому определяется максимальное количество рабочих и среднее количество рабочих.

Коэффициент неравномерности рабочих:

$$k = \frac{A_{\max}}{A_{\text{ср}}}, \quad (4.7)$$

где  $A_{\max}$  – максимальное количество рабочих, находящихся одновременно на строительной площадке, из графика движения рабочей силы  $A_{\max} = 14$  чел;  
 $A_{\text{ср}}$  – среднее количество рабочих, находящихся на строительной площадке,

$$A_{\text{сред}} = \frac{\sum \text{чел} \cdot \text{дн}}{n_{\text{дн}}}, \quad (4.8)$$

Окончание таблицы 4.4

№ п/п	Основание	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Норма врем. чел·час (маш·час)
7	§E1, §E4	Монтаж ж/б каркаса	100т	0,948	Машинист, такелажник, монтажник	161,7 (78)
8	§E1, §E4	Устройство межэтажных перекрытий	м <sup>3</sup>	1272,3	Машинист, такелажник, слесарь, арматурщик, бетонщик	46,45 (5,91)
9	§E1, §E4	Устройство шахты лифтов	шт.	3	Машинист, монтажник	1,8 (0,63)
10	§E3	Возведение перегородок	м <sup>2</sup>	641,5	Машинист, слесарь, каменщик	0,4 (0,3)
11	§E3	Возведение стен из блоков и кирпичей выше отм. 0,000	м <sup>3</sup>	512,3	Машинист, каменщик	3,2 (0,3)
12	§E6	Устройство входов	тыс. руб.	98,6	Машинист, монтажник	3,7 (0,4)
13	§E6	Устройство лестниц	тыс. руб.	240	Машинист, монтажник	3,7 (0,7)
14	§E7	Устройство кровли	м <sup>2</sup>	2024,8	Машинист, кровельщик	3,5 (0,7)
15	§E8	Остекление окон. проемов	м <sup>2</sup>	458	Машинист, монтажник	4,1 (0,7)
16	§E9, §E20	Сантехмонтажные работы	%	8	Слесарь, сантехник	6,4
17	§E9, §E20	Электромонтажные работы	%	15	Электрик	7,2
18	§E20	Внутренняя отделка	100 м <sup>2</sup>	158,2	Машинист, монтажник	5,3 (0,7)
19	§E20	Внешняя отделка	м <sup>2</sup>	2388	Маляр, штукатур, плиточник, монтажник	5,7
20	§E18	Благоустройство территории	%	2	Разнорабочие	3,1

где  $\sum$  чел·дн - полное количество человеко-дней, которое затрачивается на возведение микрорайона, чел·дн;

$n_{дн}$  - срок строительства, дн.

Сумма человеко-дней:

$\sum_{чел·дн} = 3 \cdot 5 + 7 \cdot 3 + 4 \cdot 10 + 14 \cdot 4 + 10 \cdot 29 + 7 \cdot 4,5 + 8 \cdot 15 + 7 \cdot 4,5 + 8 \cdot 14,7 + 13 \cdot 0,3 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 6 \cdot 1 + 14 \cdot 1 + 7 \cdot 4,5 + 8 \cdot 15 + 7 \cdot 4,5 + 8 \cdot 14,7 + 13 \cdot 0,3 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 14 \cdot 2 + 7 \cdot 4,5 + 8 \cdot 15 + 7 \cdot 4,5 + 8 \cdot 14,7 + 13 \cdot 0,3 + 3 \cdot 2 + 11 \cdot 1 + 14 \cdot 2 + 9 \cdot 5 + 6 \cdot 6 + 4 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 6 \cdot 6 + 8 \cdot 5 = 1716,4$  чел·дн.

По формуле (4.8)

$$A_{\text{сред}} = \frac{1716,4}{219} = 8 \text{ чел.}$$

Коэффициент неравномерности рабочих, определяемый по формуле (4.7)

$$k = \frac{14}{8} = 1,75.$$

#### 4.1.4 Требуемые машины и механизмы

Для земляных работ необходим экскаватор, бульдозер, автосамосвал.

Для забивки свай используется сваебойная копровая установка.

Для устройства ростверков и каркаса применяется гусеничный кран.

Для транспортировки и укладки бетонной смеси, а также ее уплотнения, требуются автобетононасос, автобетоносмеситель, вибратор глубинный и поверхностный.

Потребность в машинах и механизмах представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Потребность в машинах и механизмах

Наименование	Количество машин	Марка
Сваебой	1	СП-49
Экскаватор	1	ЭО-4111Б
Бульдозер	1	ДЗ-34С
Автосамосвал	1	камаз-55111с
Кран гусеничный	1	СКГ-40/63
Автобетоносмеситель	2	СБ-92
Автобетононасос	1	АБН-65/21
Глубинный вибратор	3	ИВ-88
Поверхностный вибратор	2	С-413

#### 4.1.5 Выбор крана

Расчетная схема для определения основных монтажных параметров башенного крана приведена на рисунке 4.3.

Высота подъема стропы:

$$H_{\text{тр}} = h_0 + h_з + h_{\text{эл}} + h_{\text{ст}}, \quad (4.9)$$

где  $h_0$  – завышение основы монтируемой части над уровнем стоянки крана;

$h_з$  – зазор по высоте, требующийся по технике безопасности;

$h_{\text{эл}}$  – высота объекта в установочном положении (колонны);

$h_{\text{ст}}$  – высота строповки в рабочем положении сверху устанавливаемой части до низа крюка крана,

$$H_{\text{тр}} = 7,6 + 1,0 + 4,2 + 3,0 = 15,8 \text{ м.}$$

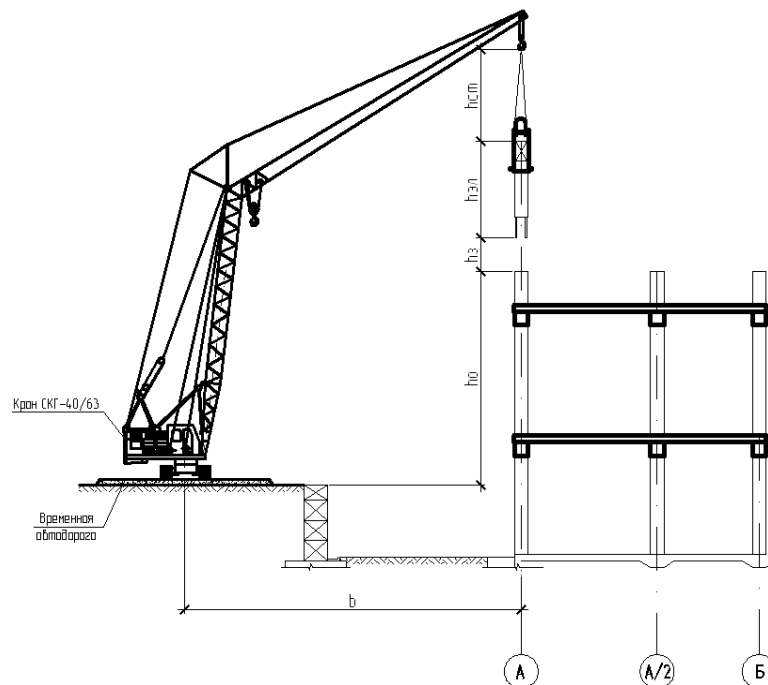


Рисунок 4.3 – Расчетная схема к определению основных монтажных параметров гусеничного крана

Необходимый вылет крюка:

$$L_{\text{тр}} = b + b_1/2, \quad (4.10)$$

где  $b$  – расстояние от ось гусеничного крана до здания;

$b_1$  – ширина здания,

$$L_{\text{тр}} = 9,5 + 14,4 = 23,9 \text{ м.}$$

Требуемая грузоподъемность крана:

$$Q = Q_{\text{арм}} + Q_{\text{ст}}, \quad (4.11)$$

где  $Q_{\text{арм}}$  – масса арматуры;

$Q_{\text{ст}}$  – масса строповочных элементов;

$$Q = 3,9 + 0,1 = 4,0 \text{ т.}$$

Следовательно, принимаю кран гусеничный кран СКГ-40/63, со следующими характеристиками, представленными в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Характеристики крана на гусеницах

Грузоподъемность максимальная, т	40/63
Максимальная высота подъема при максимальной грузоподъемности, м	15/11,2
Скорость подъема при максимальной грузоподъемности, м/мин	0,75 - 5,6 / 0,43 - 3,2
Масса с основной стрелой, т	58,5 / 59
Частота вращения, об/мин	0,3

## Продолжение таблицы 4.6

Скорость передвижения, км/час	1
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
ширина по гусеницам	4100
ширина поворотной платформы	3230
ширина гусеничной ленты	800
длина гусеничной тележки	4930
высота крана	4300
Радиус, описываемый хвостовой частью, мм	4000
Дорожный просвет, мм	500
Силовая установка (электростанция)	ДГ-75-3
Двигатель:	
марка	6ЧН-12/14
мощность, л.с.	120
Генератор:	
марка	ЕС-93-4С
мощность, кВт	75
Частота вращения ДВС и генератора, об/мин	1500
Среднее давление на грунт, кгс/см <sup>2</sup>	
в транспортном положении	0,93
при работе	1,58
Максимальный угол препятствия крана, град	15

### 4.2 Разработка технологических карт

В дипломном проекте на основании архитектурно-строительной и расчётно-конструктивной частей разработаны технологические карты на устройство межэтажного перекрытия типового этажа и монтаж каркаса типового этажа.

#### 4.2.1 Технология устройства межэтажного перекрытия

Разработана технологическая карта для монтажа монолитной железобетонной плиты в съёмной опалубке. Технологическая карта предусматривает установку опалубки, арматуры и бетонирования плиты зимой. Установка монолитной железобетонной плиты перекрытия осуществляется с помощью мотобетонного насоса АВН 65/21.

В состав работ входят:

- установка опалубки;
- установка арматуры;
- кладка и трамбование бетона в плите фундамента;
- контроль за бетоном;
- разборка досок опалубки.

Перед производством работ по строительству плиты фундамента должен быть сделан монтаж каркаса типового этажа.



#### 4.2.1.1 Методы производства бетонных и железобетонных работ

Состав работ по сооружению конструкций из бетона и железобетона состоит из ряда дел:

- заготовительных;
- транспортных;
- основных (монтажно-укладочных).

В число операции по заготовке:

- создание элементов опалубки, арматуры;
- монтаж арматурного каркаса;
- производство бетонной смеси.

Как правило, из делают в условиях завода или в специальных цехах и мастерских.

Основные этапы, делаются непосредственно на стройплощадках:

- монтаж опалубки и арматуры в положение по проекту;
- установка каркасов из арматуры;
- кладка и трамбование бетонной смеси;
- контроль за бетоном в процессе его отвердевания;
- разбор опалубки после достижения бетоном требуемой надёжности.

Отработка и установка арматуры производится в специально спроектированных и правильно оборудованных местах.

Монтаж и демонтаж, ремонт бетонных тележек, снятие с них задержанного бетона (заглушек) допускается только после снижения давления до атмосферного.

При очистке (продувке) бетонного локомотива сжатым воздухом рабочие, непосредственно не участвующие в этих работах, должны быть сняты с бетонного вагона на расстояние не менее 10 м.

Проверьте состояние контейнеров и опалубки каждый день перед укладкой бетона в опалубку.

При уплотнении бетонной смеси электрическими вибраторами не допускается перемещение вибратора токопроводящими шлангами, а при перерывах в работе и при переходе из одного места в другое электрические вибраторы должны быть отключены.

#### 4.2.1.2 Опалубочные работы

Проектом предусмотрен монтаж опалубки системы фирмы «Paschal Дек», состоящая из листов размером 125х250 см. Она состоит из:

- щитов;
- угловых элементов;
- доборов;
- опалубочных замков;
- направляющих опор;
- подкосов;
- специальных гаек с резьбой.

Опалубку устанавливают по всему периметру перекрытия. Установка опалубки начинается в угловых точках. После позиционирования опалубочные элементы немедленно поддерживаются стойками и скобами.

Перед установкой клапанов необходимо проконтролировать правильность установки опалубки.

Опалубка должна поставляться на строительную площадку в полном объеме, быть пригодной для монтажа и эксплуатации, без отделки и внесения исправлений.

Элементы опалубки, доставленные на стройплощадку, размещены в зоне эксплуатации гусеничного крана на складе. Все элементы опалубки должны храниться в положении, соответствующем транспортному средству, размещенному в соответствии с марками и размерами. Необходимо хранить опалубочные элементы под навесом в условиях повреждения, исключая их. Щиты уложены на деревянные прокладки высотой не более 1-1,2 м. Другие элементы размещаются в коробках в зависимости от габарит и массы.

Монтаж и демонтаж опалубки осуществляется с помощью СКГ-40/63 клапана.

Монтаж опалубки начинается с укладки радиомаяковых стоек по всему контуру бетонных конструкций. Внутренняя поверхность стойки должна совпадать с наружной поверхностью бетонной поверхности фундаментной плиты. После нанесения на них яркой краской стоек маяка накладываются риски, обозначающие зернистое положение опалубочных досок, после чего доски устанавливаются краном по длине плиты.

На телескопических стойках устанавливают пластинчатую опалубку, укладывают арматурные стержни в двух направлениях и уровнях, выполняют бетонирование.

Состояние установленной опалубки должно непрерывно контролироваться во время бетонирования. В случае непредвиденных деформаций отдельных опалубочных элементов или недопустимого открытия пазов необходимо установить дополнительные крепежные элементы и исправить деформацию места.

Удаление опалубки допускается только после достижения бетоном требуемой прочности (70% летом, 100% зимой) и с разрешения производителя работ.

Удаление опалубки из бетона производится с помощью домкратов или монтажных ломтиков. Бетонная поверхность не должна быть повреждена при разрыве. Использование кранов для разбора опалубки запрещено.

После снятия опалубки необходимо:

- посмотреть на целостность элементов опалубки;
- почистить от лишнего бетона все детали опалубки;
- смазать поверхности палубы, проверить и нанести масло на винтовые соединения;
- отсортировать опалубку по маркам.

#### 4.2.1.3 Арматурные работы

Перед установкой клапанов необходимо проконтролировать правильность установки опалубки.

Карта предусматривает установку арматуры с отдельными стержнями с последующим скреплением в рамы.

Арматура устанавливается в последовательности, обеспечивающей ее правильное положение и крепление.

Смонтированная арматура должна быть зафиксирована от смещения и защищена от повреждения. Для прохода вдоль арматуры при бетонировании карта предусматривает установку путей шириной 0,4 м через каждые 2 м.

Клапаны установлены блоками. Арматурные стержни и рамы подают в рабочую зону СКГ-40/63 краном.

Сначала выполняют работы по первому захвату. Стержни укладывают на предварительно маркированное основание в продольном направлении с одновременной фиксацией расстояния нижней арматуры от основания с помощью пластиковых фиксаторов (защитного слоя). Соединения продольных стержней соединены по длине ручной дуговой сваркой электродами Е 50А. Затем устанавливают плоские опорные рамы. Стык продольных стержней с каркасом соединен с вязальной проволокой. После установки опорных арматурных рам и их крепления к нижней арматуре укладывают верхние продольные стержни, сваривают стыки дуговой сваркой.

#### 4.2.1.4 Бетонирование

Перед укладкой бетонной смеси все конструкции и их элементы, закрытые в процессе последующих работ, проверяются и принимаются, составляется справка на скрытые работы. Непосредственно перед бетонированием опалубку необходимо очистить от мусора и грязи.

Поверхности опалубки должны быть покрыты смазкой.

Бетонирование перекрытия обеспечивается блоками, образованными разрезанием массы поперечными и продольными рабочими швами, объемом бетона с учетом возможности непрерывной подачи и укладки бетонной смеси в конструкцию объемом 5 м<sup>3</sup>.

Бетонирование перекрытия осуществляется ручками. Стоянка автобетонного насоса назначается с учетом бетонирования каждого из трех захватов с определенной парковки.

Грузовой бетононасос устанавливают на стоянку и готовят к эксплуатации (устанавливают ауриггеры, открывают стрелу, закрывают пусковой раствор и проводят по тру-линии).

Автобетонные смесители, подойдя к загрузочному бункеру автобетонного насоса, разгружают бетонную смесь, которая сразу же закачивается в конструкцию перекрытия.

Бетонную смесь распределяют с помощью гибкого шланга в бетонированном блоке, начиная с самого удаленного места. После завершения бетонирования агрегата необходимо промыть трубопровод на штанге автобетонного насоса, очистить бункер, снять штангу и ауриггеры в транспортное положение.

Прессуют бетонную смесь глубинными и поверхностными вибраторами.

Верхний уровень уложенной бетонной смеси должен быть на 50 мм ниже верхней части опалубочных досок.

При уплотнении бетонной смеси не допускается размещение вибраторов на арматурных и опалубочных упрочняющих элементах.

Уплотнение бетонной смеси, подлежащей укладке, производится в соответствии со следующими условиями:

- шаг расстановки глубинных вибраторов не больше полуторного радиуса их работы;

- размер погружения вибратора на глубину в бетонную смесь будет обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5 – 10 см;

- шаг расстановки вибраторов на поверхности должен обеспечивать перекрытие на 100 мм площадкой вибратора границы уже пере-вибрированного участка.

В теплый период при затвердевании бетон должен быть защищен от атмосферных осадков или высыхания, а затем выдержан в температурно-влажностных условиях с созданием условий, обеспечивающих повышение его прочности. Должно быть обеспечено сокрытие бетона во время его прочности.

В зимний период необходимо:

- подогревать бетонную смесь с температурой выше 0;

- обогащать бетонную смесь противоморозными добавками (хлористых солей), пластифицирующие добавки и добавки повышающие скорость набора прочности бетона;

- производить электропрогрев бетона.

#### 4.2.1.5 Требования к качеству и приемки работ

Контроль качества работ по установке монолитной железобетонной плиты осуществляется мастером или мастером с привлечением специальной строительной лаборатории.

Контроль качества производства работ должен включать входной контроль рабочей документации, поставляемых строительных материалов, операционный контроль технологических процессов и приемочный контроль плиты (акт скрытых работ, акт приемки).

Сталь для строительства должна подвергаться внешним проверкам и измерениям во время приемки.

Обязательно проверяют прочность бетона на сжатие. Прочность при сжатии бетона проверяют на контрольных образцах полученных образцов бетонной смеси, взятых после ее подготовки на бетонном заводе, а также непосредственно на месте бетонирования сооружения.

На месте укладки бетонной смеси осуществляется систематический контроль её подвижности.

Перемещение людей по бетонным сооружениям, а также установка опалубки на них для возведения надводных сооружений допускается только после достижения бетоном прочности не менее 1,5 МПа.

Транспортировку бетонных смесей осуществляют автомобильными бетономешалками, обеспечивающими сохранение заданных свойств бетонной смеси. Запрещается добавлять воду в закладываемую бетонную смесь для повышения ее подвижности.

При приемочной проверке установленной опалубки необходимо проверить:

- правильность границ и геометрических размеров опалубки рабочим чертежам;
- постоянство всей системы в целом и правильность монтажа поддерживающих опалубку конструкций.

Проверка качества арматурных работ состоит из:

- целесообразности проекту видов марок и поперечного сечения арматуры;
- целесообразности проекту арматурных изделий;
- прочности сварных соединений.

#### 4.2.1.6 Безопасность труда

Все лица на стройплощадке находятся в защитных шлемах. Сотрудникам, не имеющим защитных шлемов и других необходимых средств индивидуальной защиты, не разрешается выполнять работы.

При работе на высоте монтажники оснащены ремнями безопасности во избежание падения. К работам не допускаются лица, не имеющие перечисленных предметов.

Ходить по уложенной арматуре разрешается только по специальному настилу шириной не менее 0,4 м, уложенному на арматурный каркас.

Заготовку и предварительную сборку арматуры проводят в специально предназначенных для этого местах.

Подержанные грузовые крюки грузозахватных устройств снабжены предохранительными закрывающими устройствами, предотвращающими выпадение груза.

Основными требованиями при размещении захватов являются обеспечение стабильного положения конструкций в пространстве при их подъеме, перемещении и монтаже. На опасных зонах нанесены знаки безопасности и пояснительные надписи.

Лестницы или стяжки, используемые для подъема или опускания рабочих на рабочие места, расположенные на высоте более 5 м, снабжены устройствами крепления ремня безопасности.

#### 4.2.1.7 Техничко–экономические показатели

Работы по устройству монолитной фундаментной железобетонной плиты выполняет комплексная бригада в следующем составе:

машинист крана	6 разряда - 1 человек;
такелажники	3 разряда - 1 человек;
	2 разряда - 2 человека;
арматурщики	4 разряда - 1 человек;
	2 разряда - 1 человек;
электросварщик	3 разряда - 1 человек;
плотники	4 разряда - 1 человек;
	3 разряда - 1 человек;
бетонщики	2 разряда - 1 человек;
машинист автобетононасоса	4 разряда - 1 человек;
слесарь строительный	4 разряда - 1 человек.

#### 4.2.2 Технология монтажа каркаса типового этажа

Технологическая карта разработана на монтаж каркаса типового этажа, состоящего из сборных железобетонных колонн и сборно-монолитных ригелей.

В состав работ входят:

- установка колонн;
- установка диафрагм жесткости;
- установка ригелей.

##### 4.2.2.1 Методы производства монтажных работ

Комплекс работ по возведению сборно-монолитного каркаса составляет следующие работы:

- заготовительные;
- транспортные;
- основные (монтажно-укладочные).

Работы, которые производят непосредственно на стройплощадке:

- установка сборных колонн в проектное положение;
- установка сборных диафрагм жесткости в проектное положение;
- установка сборно-монолитных ригелей в положение по проекту;
- кладка и трамбование бетона;
- контроль за процессом набора прочности бетоном.

##### 4.2.2.2 Установка сборных колонн

Перед началом установки колонн в стаканы фундаментов необходимо:

- соотнести качество поверхностей, правильность геометрических параметров;
- очистить опорные поверхности колонн и фундамента от мусора, грязи, снега и наледи;
- проверить наличие разметки, показывающей положение по проекту колонн.

Цокольные колонны установлены в фундаментные чаши в такой последовательности. По данным геодезического осмотра выполненных работ на верхние края

фундаментов наносят риски осей колонн. Осевые риски также отмечены на колоннах, подготовленных к установке. Струну разрезают, поднимают и устанавливают с помощью гусеничного кранового СКГ-40/63, совмещая по весу нанесенные на нее риски с осевыми рисками на основаниях. Столбец настраивается и временно фиксируется.

Временное крепление колонн в стаканы производится с помощью комплекта оснастки, состоящего из подкосов, хомута, фундаментных блоков и клиновых вкладышей. Колонна крепится в уровне стакана ростверка клиньями и в верхнем уровне – двумя подкосами, как на рисунке 4.1. Нижние концы подкосов крепятся анкерами за монтажные петли.

Заделка стыков колон с ростверком выполняется в следующей технологической последовательности:

- очистка и смачивание стыка;
- бетонирование и уплотнение;
- заглаживание поверхности;
- выбивание клиньев по достижении бетоном 70% (100%) прочности.

Во время монтажа колонн в необходимо контролировать:

- установку колонн в проектное положение;
- надежность временного крепления;
- качество замоноличивания стыков колонн с ростверком (ригелем).

Подъем колонны осуществляют в 3 этапа. Для проверки правильности и надёжности строповки рабочий выдает сигнал машинисту крана на предварительное натяжение. Водитель крана поднимает колонну на высоту 15-20 см. Убедитесь в правильности и надежности стропы, рабочий посылает сигнал поднять колонну на высоту 1 м, чтобы снять рамку повязки. Сняв рамку бандажа, оператор позволяет водителю крана поднять колонну к месту ее установки.

Монтаж колонн второго и третьего этажей ведется с применением кондукторов. Кондукторы применяются для выверки колонн в проектное положение. Смонтированную колонну установщики временно фиксируют в кондукторе при помощи винтов регулировки обоймы сверху. После закрепления колонны в кондукторе ее расстроповывают и кран можно использовать для монтажа других конструкций.

#### 4.2.2.3 Установка сборных диафрагм жесткости

Между собой и с колоннами в вертикальных швах панели диафрагм жесткости связаны в монтажных узлах сварными соединениями, обеспечивающими передачу вертикальных сдвигающих усилий, через закладные детали.

Передачу горизонтальных сдвигающих усилий обеспечивают монолитные бетонные шпоночные соединения панелей в горизонтальных швах.

Все зазоры в стыках и примыканиях панелей к колоннам и к панелям перекрытий зачеканиваются цементным раствором или бетоном.

#### 4.2.2.4 Установка сборно-монолитных ригелей и монолитных плит перекрытия

Ригели подаются краном СКГ-40/63 на временные опоры, ведется их монтаж с площадок, изображенных на рисунке 4.2. После установки ригелей на колонны подается и устанавливается опалубка под монолитную плиту перекрытия, при этом используются временные опоры. Через оголенную арматуру ригелей пропускаются арматурные стержни плиты перекрытия, увязанные между собой в каркас арматурной проволокой. Ведется бетонирование плиты на величину пролета и вместе с тем оголенного участка колонны и ригеля. Узел сопряжения колонна-ригель-плита является монолитным и жестким. Бетонная смесь привозится на площадку автобетоносмесителем СБ-92, доставляется на проектные отметки с помощью автобетононасоса АБН-65/21. Вибрирование улаженного бетона ведется с помощью глубинных вибраторов И-88 и поверхностных вибраторов С-413.

#### 4.2.2.5 Требования к качеству и приемки работ

Контроль качества работ по установке сборной монолитной рамы осуществляется мастером или мастером с привлечением специальной строительной лаборатории.

Контроль качества продукции должен включать контроль за входом рабочей документации, поставленные строительные материалы, оперативный контроль процесса и приемочный контроль каркаса (акт скрытых работ, акт приемки).

Жесткость, приосновенная к строительству колонн, буровых установок и диафрагм при приеме, должна подвергаться внешнему осмотру и измерениям.

#### 4.2.2.6 Безопасность труда

Все люди на стройплощадке в защитных шлемах. Сотрудники без защитных шлемов и другого необходимого средства индивидуальной защиты не допускаются к выполнению работ. При работе на высоте, монтажники поставляются с ремнями безопасности, чтобы избежать падения. Лица, не имеющие этих должностей, не имеют права выполнять свою работу.

Используемые грузовые крючки оснащены предохранителями и удерживающими устройствами, которые предотвращают потерю груза. Основные требования к размещению захватов заключается в обеспечении стабильного положения конструкций в пространстве при их подъеме, перемещении и установке. Опасные зоны отмечены знаками безопасности и пояснительными надписями.

Лестницы или скобы, используемые для подъема или спуска рабочих на рабочие места на высоте более 5 м, оснащены устройствами для обеспечения ремня безопасности.



#### 4.2.2.7 Техничко–экономические показатели

Работы по монтажу сборно-монолитного каркаса выполняет комплексная бригада в следующем составе:

машинист крана 6 разряда - 1 человек;  
такелажники 2 разряда - 2 человека;  
монтажники 5 разряда - 1 человек;  
4 разряда - 1 человек;  
3 разряда - 1 человек;  
2 разряда - 1 человек;

#### 4.3 Расчет площади складов

Организованы склады объектов для периодического хранения стройматериалов, конструкций, изделий, оборудования и других материалов, необходимых на стройке. Для расчета размера склада объем материала для реализации СМР определяется в соответствии с графиком строительства.

Запас материалов считается согласно формулы:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (4.11)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – полное количество стройматериалов нужных для строительства объекта;

$T$  – длительность работ, с применением этих материалов;

$T_{\text{н}}$  – средний запас материалов данного вида на стройплощадке;

$k_1$  – коэффициент неравномерного привоза материалов на склад (для автомобильного транспорта  $k_1 = 1,1$ )

$k_2$  – коэффициент неравномерных трат материала в течение расчетного периода ( $k_2 = 1,3$ )

Площадь склада высчитаем согласно запасу стройматериалов на  $1 \text{ м}^2$ :

$$F_{\text{скл}} = P_{\text{скл}} \cdot f, \quad (4.12)$$

где  $P_{\text{скл}}$  – количество стройматериалов, конструкций и изделий на складе в реальных показателях;

$f$  – нормируемая площадь на место для складирования на  $1 \text{ м}^2$  в связи учёта проходов и проездов, принятая по расчетным нормативам табл. 13.2 [24],  $\text{м}^2$ .

Запасы материалов, определяемые по формуле (4.11)

$$P_{\text{скл(сб.колонн)}} = \frac{66}{27} \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 35 \text{ шт.}$$

$$P_{\text{скл(риг)}} = \frac{113}{27} \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 60 \text{ шт.}$$

$$P_{\text{скл(блок)}} = \frac{445,4}{17} \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 374,7 \text{ м}^3.$$

$$P_{\text{скл(кирп)}} = \frac{169,3}{17} \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 142,4 \text{ м}^3.$$

$$P_{\text{скл(арм)}} = \frac{3,87}{90} \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 0,74 \text{ т.}$$

$$P_{\text{скл(лм)}} = \frac{24}{6} \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24 \text{ шт.}$$

$$P_{\text{скл(лп)}} = \frac{21}{6} \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 21 \text{ шт.}$$

Расчетная площадь складов, определяемая по формуле (4.12)

$$F_{\text{сб колонн}} = 35 \cdot 2 = 70,0 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{риг}} = 60 \cdot 2 = 120,0 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{скл блок}} = 347,7 \cdot 193 / 1000 \cdot 2,8 = 187,9 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{скл кирпич}} = 142,4 \cdot 398 / 1000 \cdot 2,5 = 141,7 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{скл арм}} = 0,74 \cdot 1,3 = 10,0 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{скл лм}} = 24 \cdot 0,607 \cdot 3,0 = 43,7 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{скл лп}} = 21 \cdot 0,44 \cdot 3,0 = 27,7 \text{ м}^2;$$

Необходимая площадь открытого склада:

$$\sum F_{\text{скл}} = 70,0 + 120,0 + 187,9 + 141,7 + 10,0 + 43,7 + 27,7 = 601,0 \text{ м}^2.$$

Ввиду сильной стесненности строительной площадки, в качестве закрытого склада используется цокольный этаж.

#### 4.4 Расчет временных зданий и сооружений

Временные установки и сооружения располагаются на специально подготовленном основании, у постоянных транспортных коммуникаций и с использованием постоянных инженерных сетей.

Площадь временных конструкций и строений определяется максимальным числом рабочих на стройплощадке и нормативной площадью на человека, пользующимся помещениями (таблица 6.14).

По расписанию работников определяется предельное количество рабочих  $A_{\text{max}} = 14$  чел.

Таблица 4.13 – Расчет временных зданий

Наименование	Кол-во рабочих, чел	Показатель	Кол-во, шт	Площадь, м <sup>2</sup>
Гардеробная	14	1 на 1 чел 0,9 м <sup>2</sup> на 1 чел	14	12,6
Помещение для обогрева	14	1 на 1 чел 1 м <sup>2</sup> на 1 чел	14	14,0
Умывальная (кран)	14	1 на 15 чел 0,05 м <sup>2</sup> на 1 чел	1	0,7

Продолжение таблицы 4.13

Наименование	Кол-во рабочих, чел	Показатель	Кол-во, шт	Площадь, м <sup>2</sup>
Помещение для личной гигиены (для женщин)	14	1 на 15 чел (кабина) 0,18 м <sup>2</sup> на 1 чел	1	2,5
Душевая	14	1 на 12 чел 0,43 м <sup>2</sup> на 1 чел	2	6,0
Туалет (биотуалет)	14	1 на 20 чел 0,07 м <sup>2</sup> на 1 чел	1	1,0
Сушильная	14	1 на 1 чел 0,2 м <sup>2</sup> на 1 чел	14	2,8
Пункт приема пищи	14	1 место на 4 чел 0,6 м <sup>2</sup> на 1 чел	4	8,4
Питьевая вода	14	1 кран на 150чел	1	–
Служебные помещения:				
Прорабская	14	24 м <sup>2</sup> на 5 чел	1	14

#### 4.5 Временные сети

##### 4.5.1 Временная автодорога

На период строительства сделана дорога из слоя щебня толщиной 200 мм и слоя каменной мелочи толщиной 50 мм на запланированной почве и имеет следующие параметры:

- от строения до края дороги 2,5м;
- автодорога кольцевая, т.е. имеет сквозной проезд;
- ширина 5 м;
- радиус закругления дорог 18м.

##### 4.5.2 Временная канализация

Открытые стоки оторваны, чтобы отвлечь ливневую воду и обычно чистые производственные воды. В этом сооружении используются канализационные ванны комнаты мобильного типа, расположенные рядом с колодцем. Временная вода и электричество были доставлены в ванны комнаты. Канализационные трубы сделаны из асбестоцементных труб диаметром 50 мм.

##### 4.5.3 Временное электроснабжение

Расчет выполняют на конкретной электрической мощности трансформатора, потребляемого строительными объектами на 1 млн.руб. годовой объем СМР.

Расчетная мощность трансформатора:

$$P = p \cdot k_r \cdot C, \text{ кВ} \cdot \text{А}, \quad (4.13)$$

где  $C$  – стоимость в год строительно-монтажных работ в период наибольшей интенсивности мероприятий, млн. руб (в цене 1984г); годовой объем СМР определяется в графике инвестиций для крупнейших объемов инвестиций для 12 мес.

$$C = 21086167 \text{ руб (2001г)} = 21086167 / (1,18 \cdot 5,35 \cdot 19,58) = 170588 \text{ руб (1984г)};$$

где  $p$  – удельная мощность на стройке,  $\text{кВ} \cdot \text{А} / \text{млн. руб.}$ ,  $p = 40 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  по табл.

15.1 [24] для данной стоимости СМР;

$k$  – коэффициент, учитывающий район строительства,  $k = 1,04$  для Челябинской области;

По формуле (4.13), расчетная мощность трансформатора

$$P = 40 \cdot 1,04 \cdot 0,17 = 7,1 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

По табл. 15.4 [24] выбираем трансформатор СКТП-100 с заявленной мощностью 100  $\text{кВ} \cdot \text{А}$ .

Для работ в ночное и вечернее время устанавливают прожекторы ПЗС - 35, сколько их нужно посчитаем согласно формулы:

$$n = \frac{pES}{P_l}, \quad (4.14)$$

где  $p$  – удельная мощность освещения, (освещение прожекторами ПЗС – 35),

$$p = 0,35 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{лк});$$

$E$  – освещённость в люксах,  $E = 2 \text{ лк}$  ( $10 \text{ лк} \approx 1 \text{ Вт}$ ) по табл. 15.3 [24];

$S$  – площадь, нуждающаяся в освещении,  $S = 10092 \text{ м}^2$  (согласно генплану);

$P_l$  – мощность одной лампы прожектора, Вт;  $P_l = 500 \text{ Вт}$  при освещении прожектором ПЗС – 35.

$$n = \frac{0,35 \cdot 2 \cdot 10092}{500} = 15 \text{ шт.}$$

Расстановку осуществляем по периметру стройки, на въездах и выездах, а также на территории мест проживания рабочих.

#### 4.5.4 Временное водоснабжение

Временное водоснабжение требуется для обеспечения выполнения СМР, хозяйственно-бытового обеспечения работников и пожаротушения. Суммарный расчетный расход воды рассчитывается по формуле.

$$\underline{V}_{\text{общ}} = 0,5(V_{\text{пр}} + V_{\text{хоз}} + V_{\text{душ}}) + V_{\text{пож}}, \quad (4.15)$$

где  $V_{\text{пр}}$  – расход воды на производственные нужды, л/с,

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{max}} k_1 / (t_1 \cdot 3600), \quad (4.16)$$

где  $V_{\max}$  – максимальный расход воды, л/с;

$k_1$  – коэффициент неравномерности потребления,  $k_1=1,5$ ;

$t_1$  – размер рабочих часов, к которой равен расход воды, час.

$V_{\text{хоз}}$  – количество воды на хозяйственные нужды, л/с,

$$V_{\text{хоз}} = \sum V'_{\max} k_2 / (t_2 \cdot 3600), \quad (4.17)$$

где  $V'_{\max}$  – максимальный расход воды, л;

$k_2$  – коэффициент неравномерности потребления;

$t_2$  – количество часов работы в смену, час.

$V_{\text{душ}}$  – душевые установки;

$V_{\text{пож}}$  – количество воды на пожаротушение, л/с.

Расходы воды на производственные нужды, рассчитываемые по формуле (4.16) приведены в таблице 4.15.

Расходы воды на душевые установки и на хозяйственно-бытовые нужды, рассчитываемые по формуле (4.17) приведены в таблице 4.15. Расходы учтены на максимальное количество рабочих, одновременно находящихся на строительной площадке  $A_{\max} = 14$  чел.

Таблица 4.14 – Расходы воды на производственные нужды

Процессы и потребители	Удельный расход, л/ед.изм	Длительность потребления, час	Максимальный расход воды, л/с
Приготовление раствора (6,24)	300/м <sup>3</sup>	8	0,0975
Поливка кирпича (32,7)	200/тыс.шт	8	0,3406
Уход за бетоном (9,4)	100/м <sup>3</sup>	8	0,0490
Сумма максимальных расходов воды, л/с			0,4871

Таблица 4.15 – Расходы воды на бытовые нужды и душевые установки

Процессы и потребители	Удельный расход, л	Длительность потребления, час	Коэф. неравномерн. потребления $k_2$	Максимальный расход воды, л/с
Хозяйственно-питьевые нужды стр. площадки (с канализацией)	23	8	2	0,163
Душевые установки	35	0,75	1	1,322

Минимальное потребление воды для тушения пожара выбирают путем расчета одновременного действия одной струи из двух гидрантов по 5 л.с. на струю. Площадь стройплощадки равна 1,68 га, так что

$$V_{\text{пож}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ л/с.}$$

Тогда по формуле (6.15) общий расчетный расход воды будет равен

$$\underline{V}_{\text{общ}} = 0,5(0,4871 + 0,163 + 1,322) + 4 \approx 5 \text{ л/с.}$$

Рассчитаем диаметр водопроводной трубы:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot V_{\text{общ}}}{\pi v}}, \quad (4.18)$$

где  $v$  – скорость движения воды по трубам принимается  $v=1,7$  м/с, тогда

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 5}{\pi 1,7}} = 61,2 \text{ мм.}$$

Принимается стальная труба с диаметром 80 мм.

#### 4.6 Строительный генеральный план

Стройгенплан разработан для основного периода строительства торгового комплекса.

Перед началом выполнения работ необходимо осуществить:

- защитное ограждения;
- устройство временной автодороги;
- устройство площадок складирования материалов.

Временные автодороги на строительной площадке выполнены с односторонним движением, шириной 5 м, радиус округления – 20 м. Временные дороги выполнять из слоя щебня толщиной 200 мм по спланированному грунту.

Открытые склады выполнять из слоя щебня толщиной 150 мм.

Санитарные, офисные помещения для рабочих и ItRs на месте расположены у входа на строительную площадку.

Ворота для входа сделаны 5.0 метров в ширину. На въезде есть схема движения транспортных средств.

На территории строительной площадки (на входах) установлены планы противопожарной защиты со зданиями и вспомогательными сооружениями, входами, входами, расположением источников водоснабжения, пожаротушения и средств связи.

В районах, подверженных дорожному движению, на их границах отображаются предупреждающие знаки и сигналы, видимые в любое время суток в соответствии с ГОСТом. Р 12.4.026-2001 «Сигнал цветов, знаки безопасности и сигнальная разметка».

На строительной площадке был организован противопожарный щит с противопожарным оборудованием и двумя пожарными гидрантами.

Каждое домашнее хозяйство и складское помещение обеспечены двумя огнетушителями. Позвоните в пожарную службу - по телефону от протоиерея.

В ночное и сумеречное время суток стройплощадка освещается прожекторами, установленными на временных опорах, монтажных механизмах и рабочих местах. Ослеплять пешеходов и автомобили прожекторами исключено. Во время работ по сварке устанавливаются защитные вертикальные экраны.

На выходе есть точка для мытья колес и контейнер для сбора мусора.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1 Локальная смета на общестроительные работы

Сметная документация по проекту «Проектирование здания торгового комплекса с вентилируемым фасадом на сборно-монолитном каркасе» был составлен в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля, 2008 г. № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию", "Инструкции по составу, порядку разработки, утверждению и утверждению проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений" СНИП 11-01-95 и "Методология определения стоимости строительной продукции на территории РУССКОЕ MDS 81-30."

Стоимость работ в смете определяется для базового района Челябинской области в ценах на 1 января 2001 года в ТОР и по текущим ценам по состоянию на 2 кв.2014 базового индекса методом на Челсенде.

Накладные расходы были приняты в соответствии с «Методическими руководящими принципами определения размера накладных расходов при строительстве МДС 81-33.2004» (Постановление Правительства Российской Федерации от 12.01.2004). №6), с учетом коэффициента 0,85 в текущем уровне цен (письма Минрегиона РФ от 06.12.2010 № 0,85. 41099-СС/08 (в издании письма Минрегиона От 21.02.2011 № 3757-СС/08) и от 29.04.2011 № 10753-ВТ/111)

Ориентировочная прибыль была принята в соответствии с положениями Методических Инструкций по определению суммы предполагаемой прибыли при строительстве МДС 81-25.2001 (Постановление Правительства Российской Федерации от 28.02.2001 №15 и письмо Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству № 18.11.2004 № 18.11.2004 Г. АР-5536/06 с учетом соотношения 0,0,06 8 в текущем уровне цен (письма Минрегиона России от 06.12.2010 №. 41099-СС/08 (в издании письма Минрегиона От 21.02.2011 № 3757-СС/08) и от 29.04.2011 № 10753-ВТ/11).

Накладные расходы определяются в соответствии с МДС 81-33.2004, а расчетная прибыль в соответствии с МДС 81-25.2001.

Ориентировочная стоимость текущего уровня цен за 2-й квартал 2014 года рассчитывается методом базового индекса согласно Письму Минрегионразвития от 21 мая 2014 года. № 0837-РІ/08. Поскольку местная оценка составлена из коллекций ТЕР-2001, индекс по Челябинской области применяется в размере 5,33.

Ориентировочная стоимость всей строительной площадки на базовом уровне цен составляет 21086,167 тыс. Руб. На текущем уровне цен эта сумма составляет 112389,25 тыс. Руб.

Местные сметы общих строительных работ представлены в приложении А.

Технические и экономические показатели проекта показаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Техничко-экономические показатели

Наименование	Ед. измерения	Показатель
Строительный объем	м <sup>3</sup>	24 297,24

## Окончание таблицы 5.1

Наименование	Ед. измерения	Показатель
Сметная стоимость в базовых ценах	тыс. руб.	21 086,167
Сметная стоимость в текущих ценах на 2 кв. 2014 г., тыс. руб	тыс. руб.	112 389,25
Стоимость 1 м <sup>2</sup> в базовых ценах	руб.	3 471,0
Стоимость 1 м <sup>2</sup> в текущих ценах	руб.	18 502,0
Стоимость 1 м <sup>3</sup> в базовых ценах	руб.	868,0
Стоимость 1 м <sup>3</sup> в текущих ценах	руб.	4 626,0
Трудоемкость	чел./час	115546,0
Трудоемкость	маш./час	58795,0
ФОТ	руб.	7 311 188
Продолжительность строительства	мес.	11
Выработка на 1 чел в смену в текущих ценах	руб.	65480,0

## 5.2 Сравнение вариантов конструктивных решений элементов здания

В сравнении вариантов представлено монолитное железобетонное перекрытие и сборные железобетонные плиты перекрытия.

Технико-экономические показатели представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Технико-экономические показатели для сравниваемых вариантов

Наименование	Вариант 1 (S=6074,4м <sup>2</sup> )	Вариант 2 (S=6074,4м <sup>2</sup> )
Сметная стоимость на 2 кв. 2014 г., руб.	20 094 481	22 343 815
Трудоемкость, чел./час	157,1	109,6
Трудоемкость, маш./час	62,8	51,9
Стоимость 1 м <sup>2</sup> , руб.	3 308,0	3 678,0

Согласно данным сравнения, менее трудоемким является вариант сборного перекрытия, но более экономичным – вариант монолитного перекрытия. Разница в стоимости значительная, поэтому в дипломном проекте принят первый вариант устройства перекрытия.

Локальная смета на сравнение вариантов представлена в приложении А.



## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1 Вибрация

Развитие механизации в строительстве привело к широкому использованию вибрационных методов мощной строительной техники и техники, что привело к увеличению числа рабочих, подверженных неблагоприятным уровням вибраций.

Воздействие вибрации не только негативно сказывается на здоровье, ухудшает самочувствие, снижает продуктивность, но иногда приводит к профессиональному заболеванию - виброболезни.

Основными источниками вибрации являются машины для приготовления бетонной смеси - бетономешалки, а также строительные машины, бульдозеры и т.д.

В настоящее время допустимые уровни вибрации в строительстве регулируются ГОСТом 12.1.012-90 «Вибрация аль-Сафет»

Установка вибрирующих машин используется для предотвращения общей вибрации. Для уменьшения передачи вибрации от источников ее передачи на рабочее сиденье, ручку и т.д. применяются методы вибрирующей изоляции. Для этого на пути распространения вибрации вводят дополнительное упругое соединение в виде вибраторов из резины, пробки, войлока, асбеста, стальных пружин. В качестве средства индивидуального сшитого труда и использует специальную обувь на массивной резиновой подошве. Для сшитых рук являются варежки, перчатки, наушники, которые сделаны из эластичных деформирующих материалов.

### 6.2 Шум

Шум – это различные звуки, которые мешают нормальной человеческой деятельности и вызывают неприятные ощущения. Звук – это колебательное движение эластичной среды, воспринимаемое органами слуха. Звук, распространяемый в воздушной среде, называется шум воздуха; звук перетранслируется строительными конструкциями, называемыми структурными.

Основными источниками шума во время строительства являются строительные машины. Через ушной орган шум проникает в организм человека и влияет на нервную систему, что приводит к изменениям артериального давления, ослаблению внимания, нарушению остроты зрения. Сложные изменения, которые происходят в организме под воздействием шума, врачи расценивают как шумовую болезнь.

Профилактика по защите от шума:

- минимизировать шум в источнике возникновения;
- минимизировать шум на путях его возникновения;
- архитектурно-планировочные действия;
- выполнить акустическую обработку помещений.

### 6.3 Опасные и вредные производственные факторы

Человек во время своей работы может быть затронут опасными (вызывающими травмы) и вредными (вызывающими болезни) производственными факторами.

Зоны постоянных опасностей включены в зоны:

- поблизости от незащищенных токоведущих частей электроустановок, не огражденных перепадами по высоте 4,3м;
- в местах, где содержатся вредные вещества в концентрациях выше предельно допустимых или воздействует шум, интенсивностью выше предельно допустимых.

Потенциально действующие опасности включают в себя:

- места территории вблизи здания которое строится;
- этажи зданий в одной захватки, над которыми происходит установка (разборка) конструкций или оборудования;
- зоны перемещения машин, оборудования, рабочих органов;
- места, над которыми происходит перемещение грузов.

### 6.4 Безопасность труда

Нормативные документы, отражающие безопасность работы - СП 12-133-2000 "Безопасность труда в строительстве" и СНиП 12-04-2002 "Отсутствие опасности труда в строительстве"

Все люди на стройплощадке в защитных шлемах. Сотрудники без защитных шлемов и другого необходимого средства индивидуальной защиты не допускаются к выполнению работ. Рабочим предоставляется специальная одежда и средства индивидуальной защиты: шлемы, перчатки, очки, респираторы и т.д., а также при работе на высоте ремни безопасности. Лица, не имеющие этих должностей, не имеют права выполнять свою работу.

Временные дороги предназначены для того, чтобы позволить автомобилям путешествовать в любое время года или в любую погоду. Для правильной организации движения на сайте размещена схема движения и установлены знаки проезда и дорожные знаки с указанием допустимой скорости.

Производственные площадки огорожены, чтобы избежать доступа посторонних. Заборы, прилегающие к местам массового прохода людей, оснащены сплошным защитным козырьком, который должен выдерживать воздействие снежной нагрузки, а также нагрузки от падения отдельных мелких предметов. Забор не имеет аперии, за исключением ворот и калиток.

Строительные площадки, рабочие площадки и рабочие места, проходы и подходы к ним в темное время суток - освещены. Работа не допускается в неосвещенных областях.

Используемые грузовые крючки оснащены предохранителями и удерживающими устройствами, которые предотвращают потерю груза. Основные требования к размещению захватов заключается в обеспечении стабильного положения конструкций в пространстве при их подъеме, перемещении и установке. Опасные зоны отмечены знаками безопасности и пояснительными надписями.

В местах передвижения рабочих через траншеи и канавы обустроены мосты шириной не менее 1 м, огороженные с обеих сторон перилами высотой не менее 1,1 м, с сплошной облицовкой внизу на высоте 0,15 м.

Временная связь водопровода и электросети на пересечении с дорогами глубоко в землю, обеспечивая безопасный проезд людей и транспортных средств.

Не разрешается хранить материалы на бровях ямы в пределах призмы коллапса.

Каждый день инспектируемые леса и леса, они не имеют права загружать больше, чем установлено по стандартам. Лесной настил и строительные леса периодически очищаются от строительного мусора.

Устройство и эксплуатация электрических установок осуществляются в соответствии с требованиями правил устройства электрических установок. Металлические леса, металлические ограждения, полки и лотки для кабелей и проводов, электромобили, корпуса оборудования, машины и электроприводные механизмы заземляются.

Максимально допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, а также уровень шума и вибрации на рабочем месте не превышают установленных норм. Шумовые машины и агрегаты используются для обеспечения того, чтобы уровень звукового давления и уровень звука на постоянных рабочих местах в организации и вокруг нее не превышал допустимых уровней, указанных в государственных стандартах.

#### 6.4.1 Организация строительной площадки, участков и рабочих мест

Установлены опасные зоны при организации строительной площадки, размещении рабочих мест, рабочих мест, проездов строительных и транспортных средств, проездов для людей.

1. Районы постоянных опасностей следует классифицировать как:

- близко к неизолированным токо-свинцовые части электрических установок, не огорожено на 4,3 м набухает высотой;
- в местах, где вредные вещества содержатся в концентрациях выше максимально допустимого или шума влияет, интенсивность выше максимально допустимой.

2. Потенциальные опасности включают:

- участки территории возле строящихся зданий;
- полы зданий в одной сцеплении, над которыми происходит установка (снос) конструкций или оборудования;
- зоны движения техники, оборудования, рабочих тел;
- места, по которым передвигается груз.

3. Строительная площадка в населенных пунктах огорожена в соответствии с требованиями ГОСТа 23407-78 «Ограждения кадастровых строительных площадок и строительно-монтажных площадок» (16), ограждения монтажных и рабочих зон в соответствии с ГОСТом 12.4.059-89 «Ограды охраны и инвентаризации».

4. Границы опасных зон в местах, над которыми груз перемещается подъемным краном, а также вблизи строящегося здания определяются горизонтальной проекцией на землю траектории самого большого внешнего измерения движущегося (падающего) груза, увеличенного на расчетное расстояние вылета груза.

5. Забор, прилегающий к воротам строительной площадки, имеет ширину более 4,0 м, сетка обеспечивает видимость на входе и выходе из строительной площадки. Заборы, прилегающие к местам массового прохода людей, оборудованы сплошным защитным козырьком. На въезде есть схема передвижения транспортных средств и план противопожарной защиты с нанесенными строительным и вспомогательным сооружениям и сооружениям, подъездам, местам расположения источников водоснабжения, пожаротушения и связи. На территории стройплощадки есть знаки проходов и переходов.

6. Зоны, подверженные дорожному движению, огорожены и разоблачаются на своих границах предупреждающие знаки и сигналы, видимые в любое время суток в соответствии с ГОСТом Р 12.4.026-2001 "Цвета сигнала, знаки безопасности и сигнальные знаки".

7. Границы опасных зон вблизи движущихся частей и машинных рабочих тел определяются расстоянием 5 м.

8. Контролируется содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, контролируется свет шумовых вибраций, температурные нормы, относительная влажность и скорость воздуха на рабочем месте.

9. Строительная площадка, участки, рабочие места, проходы, подходы к ним в темное время суток освещаются равномерно, без ослепляющих действий. Работа не допускается в неосвещенных областях.

10. Производство земляных работ в зоне существующих подземных коммуникаций осуществляется под непосредственным контролем мастера, а в охранной зоне кабелей под напряжением - под наблюдением электрорабочих.

11. Лестницы или скобы, используемые для подъема или спуска рабочих на рабочие места на высоте более 5 м, оснащены устройствами крепления ремней безопасности.

12. Рабочие места и проходы к ним на высоте 3 м и менее 2 м от предела высоты огорожены временными заборами. При невозможности устройства ограждения работают на высоте, выполняйте с помощью ремней безопасности и канатов.

13. Рабочие места обеспечиваются техническим оборудованием, коллективной защитой, связью и сигнализацией.

14. Материалы, издающие взрывчатые или вредные вещества, хранятся на рабочем месте в объеме временного спроса.

15. Генеральный подрядчик создал на строительной площадке пожарную станцию с противопожарной защитой; определены особо опасные места, с точки зрения пожара, и режим работы в этих зонах. Каждая перевозка бытовых и складских помещений снабжена двумя огнетушителями. Вы звоните в пожарную службу - по телефону от провианта.

16. Во избежание эрозии почвы, оползней, обрушения стен в местах добычи до их начала, поверхностные и грунтовые воды отвлекаются.

17. Для прохода людей через выемки были установлены переходные мосты. Для входа на рабочее место в выемках установлены маршевые лестницы шириной не менее 0,6 м с заборами.

18. Сухие строительные смеси хранятся в закрытых контейнерах. Отверстия для ботинок закрыты защитными решетками, а люки в защитных решетках закрыты для замка.

19. Для защиты рабочих от падения предметов на подвесные леса по внешнему периметру опалубки установлены козырьки хотя бы шириной лесов. Ходить по уложенной арматуре допускается только по специальным настилам шириной не менее 0,4 м, уложенным на арматурный каркас.

20. На участках растяжения светильников в коридоре людей установлены защитные ограждения высотой не менее 1,8 метра.

21. Армата собирается и собирается в специально спроектированных местах.

22. Рабочие места для отделочных работ на высоте оборудованы лестницами.

23. При работе с вредными или легковоспламеняющимися и взрывчатыми веществами помещения постоянно проветриваются во время работ, а также в течение 1 часа после их завершения с использованием естественной или искусственной вентиляции легких.

24. Области, над которыми производятся стеклянные или облицовочные работы, огорожены.

25. Запрещается глазурь или облицовка на нескольких ярусах одной и той же вертикали.

26. Средства индивидуальной защиты (резиновые перчатки, защитные мази, очки) используются в работе с растворами с химическими добавками, в соответствии с инструкциями производителя.

27. При очистке поверхностей кислотой или каустической соды предоставляются защитные очки, резиновые перчатки и кислотоустойчивый фартук с нагрудником.

28. При нанесении раствора на потолок или вертикальную поверхность предоставляются защитные очки.

29. Производство кровельных работ газовоспламеняющим способом осуществляется наряду с допуском к секретной информации.

30. Производственные площадки кровельных работ, выполняемых газовым огнем, снабжены двумя эвакуационными выходами (лестницами), а также первичным противопожарным оборудованием.

31. Подъем и спуск с крыши осуществляется только по лестничным пролетам и оборудованы для подъема на крышу по лестнице. Использование пожарных выходов для этой цели запрещено.

32. Краны малой емкости, используемые для поставок материалов для устройства, устанавливаются и эксплуатируются в соответствии с инструкциями производителя. Груз поднимается в контейнерах (смола).

33. Вблизи здания в местах, где поднимаются грузовые и кровельные работы и отмечены кровельные работы, установлены опасные зоны.

#### 6.4.2 Пожаробезопасность

1. При проведении строительно-монтажных работ строго соблюдаются требования Правил пожарной безопасности «ППЮ-01-03» и СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве пожарной безопасности».
2. На стройплощадке дороги имеют покрытие, подходящее для проезда пожарных машин в любое время года.
3. Производственные зоны оснащены противопожарным оборудованием.
4. Строительные отходы ежедневно увозятся с работ и со строительной площадки в специально отведенные районы, расположенные по меньшей мере в 50 метрах от ближайших зданий.
5. Запрещается разводить костры на строительной площадке.
6. Сварка и другие фейерверки, связанные с использованием закрытого источника огня, осуществляются в соответствии с правилами пожарной безопасности при сварке и других фейерверках на национальных объектах».
7. Каждый, кто работает на строительной площадке в случае пожара, обязан:
  - немедленно сообщите о пожаре в пожарную службу и дайте сигнал тревоги местной пожарной бригаде и добровольной пожарной бригаде;
  - принять меры по эвакуации людей и сохранению имущества;
  - встретиться с пожарными, сообщить пожарным о месте пожара и присутствии людей, пожароопасности и материалах в строящемся здании.
8. На участках не разрешается накапливать легковоспламеняющиеся вещества (опилки), они хранятся в закрытых контейнерах в безопасном месте.

#### 6.4.3 Электробезопасность

1. Лица, занимающиеся строительно-монтажными работами, проходят подготовку безопасным и безопасным образом, с тем чтобы остановить электрический ток на одного человека и оказать первую добровольную помощь в случае электротравм.
2. При строительстве электросетей на строительной площадке возможность отключения всех электроустановок в пределах места проведения работ и участка является упреждения.
3. Установка предохранителей, а также электрических ламп осуществляется электриком с использованием средств индивидуальной защиты.
4. Металлические леса, железнодорожные пути электрических подъемных кранов и другие металлические части строительных транспортных средств и электропривода оснащены защитным заземлением.
5. Ведущие части электрических установок изолированы, огорожены или размещены в местах, недоступных для них.
6. Одновременное производство электросварочных и газовоспламеняющихся работ внутри здания не допускается

7. Освещение при производстве сварочных работ внутри контейнеров осуществляется с помощью установленных на улице ламп или с помощью портативных ламп с напряжением не более 12 В.

8. Электрические сварочные машины и их источники питания обеспечивают и устанавливают надежное ограждение элементов напряжения.

9. Производство электрической сварки в дождь при отсутствии сараев не допускается.

#### 6.4.4 Эксплуатация строительных машин

1. Эксплуатация машин (механизмы, средства малой механизации) осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТа 12.3.033-84, СП 48-13330-2011 и инструкциями.

2. Обеспечивается техническое обслуживание и ремонт строительных машин.

3. Место эксплуатации машин определяется таким образом, чтобы было достаточно места для поиска и маневрирования. В случае водителя, водитель, который управляет машиной, не имеет достаточной видимости рабочего пространства или не видит сигнальный сигнал, между водителем и сигнал-ком устанавливается радиосвязь.

4. Перемещение, установка, работа вблизи ям с неукрепленными осколками разрешено вне призмы обрушения земли.

5. При эксплуатации машин принимаются меры для предотвращения их свержения или самопроизвольного перемещения под воздействием ветра или при наличии склона местности.

6. Не разрешается использовать огонь для обогнания узлов машины, эксплуатации машины при наличии утечки в топливно-нефтяных системах.

#### 6.5 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация является состоянием, при котором источник чрезвычайной ситуации на объекте, в определенном районе или акватории нарушает нормальные условия жизни и деятельность людей, угрожает их жизни и здоровью, наносит ущерб имуществу населения, экономической камыше и природной среде.

По своей природе возможны следующие чрезвычайные ситуации:

- природное происхождение (землетрясения, оползни, штормы, торнадо, пожары, инфекционная заболеваемость и т.д.);
- человеко-сделано (различные несчастные случаи на работе и т.д.);
- военное время (оружие массового уничтожения).

В мирное время необходимо проводить мероприятия по эвакуации рабочих в приюты.

Меры по защите и эвакуации людей четко проработаны заранее, а также согласованы со штабом гражданской обороны.

Перед началом работ строительная площадка обеспечена постоянным водоснабжением, после чего устроены пожарные гидранты. Огнетушители, пожаротушения, поры, жучки, расположенные на противопожарных щитах, используются в

качестве первого огнетушителя. Рядом с противопожарными щитами установлены песочницы и бочки с водой.

Рабочие обязательно знакомятся с последовательностью действий в случае пожароопасности, мерами по тушению и ликвидации пожара, способами эвакуации техники, оборудования и других материальных ценностей.

Курение разрешено только в специально отведенных местах.

На участках не разрешается накапливать легковоспламеняющиеся вещества (жирные тряпки, опилки или бритвенную и пластиковые отходы), они хранятся в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Взрывоопасные и пожароопасные рабочие места укомплектованы первичным противопожарным оборудованием и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

Если зданию угрожает затопление, люди по плану эвакуируются в районы самого высокого, недостижимого водного знака. Параллельно среди живого персонала (мужчины) в специализированном спасательном подразделении по вопросам имущества и оборудования принимаются меры по предотвращению возникновения пожаров в связи с закрытием электрических сетей, транспортировкой наиболее ценного оборудования.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выпускной квалификационной работы спроектировано здание торгового комплекса с вентилируемым фасадом на сборно-монолитном каркасе.

Место и ориентация здания соответствуют всем требованиям и стандартам. Цветовое решение фасадов и стиль отделки хорошо вписаны во внешний вид всех близлежащих уличных зданий. Архитектурные и планировочные решения призваны обеспечить удобство и простоту использования помещений. Все требования пожарной безопасности и аварийной эвакуации, а также наличие ММГН, строго соблюдаются в конструкции. Строительные и отделочные материалы, используемые в проекте, долговечны, экологичны и долговечны.

В качестве утеплителя для покрытия принимается плита минераловатная ППЖ-200 из каменного волокна толщиной 0,15 м. В качестве утеплителя для наружной стены типа «А» принимается Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ , толщиной 0,05 м. В качестве утеплителя для наружной стены типа «Б» принимается Rockwool КАВИТИ БАТТС  $\gamma = 45 \text{ кг/м}^3$ , толщиной 0,10 м. Для остекления приняты блоки оконные из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом индивидуальные. Все расчетные коэффициенты энергопаспорта не превышают нормативных значений.

ПК «ЛИРА» выполнен расчет 3-х этажного торгового комплекса как единой пространственной системы, в результате чего получены величины действующих усилий в элементах каркаса здания, нагрузки на фундаменты, выполнено армирование монолитной железобетонной плиты перекрытия. Анализ результатов расчета показал, что здание обладает достаточной жесткостью, существенно превышающей требования действующих норм в части прогибов и перемещений. Подобрана арматура для сборно-монолитных ригелей. Подобрана арматура для сборно-монолитной колонны.

Инженерно-геологические условия исследуемой площадки оцениваются как средней сложности, данная площадка является пригодной для строительства.

Инженерно-геологический разрез представлен грунтами:

- суглинок полутвердый dQ<sub>4</sub>;
- песок пылеватый aQ<sub>4</sub>;
- суглинок твердый eMZ;
- гранодиорит низкой прочности PZ.

В качестве основания под фундаменты выбран ИГЭ № 3 суглинок полутвердый. В период изысканий на исследуемой площадке встречен один горизонт грунтовых вод – ненапорный, грунтового типа, установившейся уровень зафиксирован на глубине 3,5 м – 4,8 м. Показания по состоянию на 01.04.13 г. По величине деформации морозного пучения грунты, слагающие территорию, при условии сохранения гидрогеологических условий относятся к сильнопучинистым (ИГЭ № 1, ИГЭ № 2, ИГЭ № 3);

Запроектирован монолитный ростверк. Количество свай в ростверке С30.30 5 штук. Продавливание тела ростверка колонной не произойдет. Посчитанная осадка ростверка методом послойного суммирования равна 2,5 см, в пределах нормы.

Организационные и технологические решения учитывают специфику технического обслуживания зданий в стесненных условиях, использование современных строительных машин и механизмов. Сделано описание главных техпроцессов, выбраны основные объемы работ, выбраны современные машины и механизмы. График производства работ на возведение всего здания в целом, срок строительства – 11 месяцев. Разработан график движения рабочей силы: максимальное количество рабочих в смену 14 человек, среднее количество рабочих 8 человек, коэффициент неравномерности рабочих 1,75. Разработана технологическая карта на устройство монолитной плиты перекрытия типового этажа и на монтаж каркаса типового этажа. Был разработан генеральный план строительства, отвечающий всем требованиям безопасности. Проведены расчеты складов и объектов, временных зданий и сооружений.

В экономической части итоговых квалификационных работ была составлена местная смета, включающая основные общие строительные работы и отражающая реальную стоимость строительства этого объекта при текущем ценовом уровне 112389,25 тыс. рублей, стоимость 1 м<sup>2</sup> 18502,0 руб. Сравнение дизайн решений охвата по наиболее важным критериям сравнения: стоимость и труд. В проекте используется наиболее экономичный вариант конструктивного решения: монолитное перекрытие.

На период строительно-монтажных работ были разработаны экологические меры для предотвращения негативного воздействия не только на окружающую среду, но и на все живое. Принятые меры обеспечивают необходимую защиту атмосферы, гидросферы и литании, что в настоящее время необходимо для разработки проектных решений. Обязательным условием исполнения является экологическая безопасность материалов и продуктов, которые ставятся на стройплощадку, что гарантируется экологическими сертификатами и результатами испытаний контролирующих организаций.

Безопасность рабочих на стройплощадке гарантирована, учитываются все возможные вредные и опасные факторы, приняты меры по уменьшению или ликвидации их влияния. Разработаны меры по предупреждению ЧС.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СНиП 2.01.02-85\* Противопожарные нормы. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
- 2 СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
- 3 СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – М.: Изд-во стандартов, 2012.
- 4 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированный СНиП 23-02-2003. – М.: Изд-во стандартов, 2013.
- 5 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – М.: Изд-во стандартов, 2013.
- 6 ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Изд-во стандартов, 1999.
- 7 ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
- 8 ТСН 23-320-2000 Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. – ЧелО.: Изд-во стандартов, 2000.
- 9 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
- 10 Пособие к СП 52-101-2003 По проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры. – М.: Изд-во стандартов, 2005.
- 11 СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. – М.: Изд-во стандартов, 2013.
- 12 СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
- 13 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
- 14 ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 2013.
- 15 СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
- 16 ГОСТ 23407-78 Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства, 1979.
- 17 ГОСТ 12.4.059-89 Ограждения предохранительные инвентарные. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
- 18 ГОСТ. Р 12.4.026-2001 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная». – М.: Изд-во стандартов, 2003.
- 19 СНиП 2.03.01 – 84 Геодезические работы в строительстве / Госстрой Россия. – М.: ЦИТП Госстроя России, 1984. – 16 с.
- 20 СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М.: Госстройиздат, 2001. – 56 с.
- 21 СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. – М.: Стройиздат, 2002. – 48 с.

- 22 СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89\*. – М.: Стройиздат, 2011.
- 23 СП 59.13330.2011 Доступность зданий для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. – М.: Стройиздат, 2001.
- 24 СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – М.: Изд-во стандартов, 2011.
- 25 Единые нормы и расценки / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1987.
- 26 СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
- 27 Передельский Л. В., Приходченко О. Е. Строительная экология. Учебное пособие. – М.: Феникс, 2003. – 320 с.
- 28 ГОСТ 17.5.3.06 – 85\* Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. – М.: Стройиздат, 1985.
- 29 ГОСТ 17.5.3.04 – 83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
- 30 ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
- 31 ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. – М.: Изд-во стандартов, 1974.
- 32 ППБ 01-93\* Правила пожарной безопасности. – М.: 1998.
- 33 ГОСТ 12.3.033-84 Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
- 34 СП 48-13330-2011 Организация строительства. – М.: Изд-во стандартов, 2011

Приложение А  
Сводные затраты

Таблица А.1 –Сводный сметный расчёт стоимости строительства

№ локальной сметы	Стоимость строи- тельно-монтажных ра- бот, тыс. руб.	Фонд оплаты труда, тыс. руб.	Трудоемкость, чел·ч.	Трудоемкость, маш·ч.
1	4 739,260	305,135	24 891	17 666
2	4 738,345	252,853	21 817	15 382
3	8 979,718	813,717	68 838	25 747
ВСЕГО в базисном уровне цен 2001г.	18457,323	1 371,705	115 546	58 795
коэффициент k=5,33	98 377,53	7 311,188		
НДС 20%	14 011,72			
ВСЕГО в текущем уровне цен 2 кв. 2014г.	112 389,25			