

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»  
Институт открытого и дистанционного образования  
Кафедра «Техника и технологии в металлургии»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА  
Рецензент,

\_\_\_\_\_ 2017 г.  
«\_\_» \_\_\_\_\_

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Т.В. Баяндина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Строительство 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 08.03.01.2017.799 ПЗ.ВКР

Консультант раздела БЖД,  
к.ф-м.н., доцент  
\_\_\_\_\_ И.А. Бабина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Руководитель, ст. препод.  
\_\_\_\_\_ Т.В. Мушаева  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор работы  
Студент группы ДО – 485  
\_\_\_\_\_ М.С. Казбеков  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер,  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Т.В. Баяндина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск 2017

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (НИУ)  
Институт открытого и дистанционного образования  
Кафедра «Техника и технологии в металлургии»  
Направление 08.03.01 «Строительство»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ к.т.н., Т.В. Баяндина  
28 апреля 2017 г.

ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу студента  
Казбекова Максима Сергеевича

Группа ДО-485

1 Тема работы  
Строительство 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск  
утверждена приказом по университету от 28.04.2017г. № 835

2 Срок сдачи студентом законченной работы 01.07.2017 г.

3 Исходные данные к работе

1	Задание для выполнения выпускной квалификационной работы
2	Альбомы типовых проектов
3	Нормативно-техническая литература
4	Материалы курсовых проектов
5	Отчеты по производственной и преддипломной практик

4 Содержание расчетно-пояснительной записки

1	Титульный лист
2	Задание на выпускную квалификационную работу
3	Аннотация
4	Содержание
5	Введение
6	Исходные данные для проектирования
7	Архитектурно-строительный раздел

8	Конструктивно-расчетный раздел
9	Основания и фундаменты
10	Организация строительного производства
11	Безопасность жизнедеятельности
12	Экономика строительства
13	Заключение
14	Библиографический список

### 5 Перечень вопросов, подлежащих разработке

1	Анализ градостроительной ситуации района строительства
2	Сбор исходных данных для разработки выпускной квалификационной работы
3	Изучение зарубежного и отечественного опыта строительства
4	Рассмотрение типовых проектов зданий или сооружений
5	Изучение технической литературы и нормативной документации (ГОСТ ЕСКД, ГОСТ СПДС, СНиП, СанПиН, ЕНиР и т.д.)
6	Выбор конструктивной системы здания и объемно-планировочного решения
7	Выбор и расчет несущих конструкций
8	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций
9	Разработка стройгенплана, календарного плана
10	Разработка мероприятий по технике безопасности
11	Составление объектной и локальной смет на строительство

### 6 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1	Генплан, фассад – чертеж, 1 лист.
2	Архитектурно-строительное решение: – планы этажей – чертежи, 1–2 листа; – план кровли – чертеж, 1 лист; – схема расположения свай, ростверк, разрезы, – чертежи 1–2 листа.

3	Стройгенплан – чертеж, 1 лист.
---	--------------------------------

7 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
1 Архитектурно-строительный раздел	Ст. преподаватель Т.В. Мушаева	28.04.2017 г.	
2 Конструктивно-расчетный раздел		29.04.2017 г.	
3 Основания и фундаменты		30.04.2017 г.	
4 Организация строительного производства			
5 Технология строительного производства		15.05.2017 г.	
6 Безопасность жизнедеятельности	К.ф-м.н., доцент И.А. Бабина	15.05.2017 г.	

8 Календарный план выполнения ВКР

№ п/п	Наименование этапов выполнения выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы
1.	Поиск и исследование литературы по теме выпускной квалификационной работы	28.04.2017–06.05.2017
2.	Разработка и согласование с руководителем 1 и 2-горазделов ВКР, чертежей АР	07.05.2017–15.05.2017
3.	Подбор, изучение и проработка практических материалов, разработка и согласование с руководителем 3 и 4-го разделов ВКР	16.05.2017–15.06.2017
4.	Согласование с руководителем введения, выводов и предложений	16.06.2017–20.06.2017
5.	Сдача ВКР для нормоконтроля	21.06.2017–29.06.2017
6.	Проверка ВКР на заимствование в системе	29.06.2017–01.07.2017

	«Антиплагиат»	
7.	Представление ВКР на кафедру	01.07.2017
8	Проведение предварительной защиты ВКР	08.07.2017
9.	Защита выпускной квалификационной работы	11.07.2017–12.07.2017

8 Дата выдачи задания 28.04.2017 г.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ Т.В. Мушаева  
(подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ М.С. Казбеков  
(подпись студента)

## АННОТАЦИЯ

Казбеков М.С. Строительство 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск – Челябинск: ЮУрГУ, ТТМ., 2017, 98 с., 7 ил., 12 табл., 7 листов чертежей А1.  
Библиографический список – 27 наименований.

Темой выпускной квалификационной работы является проектирование 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск. Строительство жилого дома необходимо с целью обеспечения доли населения комфортным жильем.

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы включает себя: архитектурно-строительный раздел, конструктивно-расчетный раздел, технологический раздел, организационный раздел, безопасность жизнедеятельности и экономический разделы. В выпускной квалификационной работе дается подробные описания: принятых решений, необходимые расчеты, технико-экономические показатели, сметная документация на строительство здания.

В графической части, на 1 листе разработан генеральный план строительства и приведена визуализация фасада. На листах со 2 по 4 представлены, планы и разрезы с 1-го по 14-ый этажи. На 5 листе приведен разрез, план кровли. На листе 6 приведена схема расположения свай, ростверк монолитный, опалубка. На 7 листе представлен стройгенплан.

					<i>08.03.01.2017.799.00.00 ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Казбеков М.С.</i>			Строительство 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		<i>Мушаева Т.В.</i>				<i>ВКР ДП</i>	<i>6</i>	<i>98</i>
<i>Н.контр.</i>		<i>Баяндина Т.В.</i>				<i>ЮУрГУ каф. ТТМ</i>		
<i>Утв.</i>		<i>Баяндина Т.В.</i>						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТА.....	12
1.1 Назначение здания и место строительства.....	12
1.2 Природно-климатическая характеристика района строительства	
1.2.1 Строительно-климатический паспорт.....	12
1.2.2 Инженерно-климатические показатели района строительства.....	12
2. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН И БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ.....	15
3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ.....	16
4. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ	
4.1 Объемно-планировочное решение.....	17
4.2 Конструктивное решение.....	18
4.3 Наружная и внутренняя отделка.....	26
4.4 Инженерное оборудование.....	26
4.5 Физико-техническое обоснование принятых решений.....	27
4.6 Техничко-экономичекие показатели.....	29
5. КОНСТРУКЦИИ	
5.1 Расчет и конструирование плиты перекрытия.....	32
5.1.1 Статический расчет плиты.....	33
5.1.2 Конструктивные расчеты плиты.....	34
5.1.3 Расчет прочности наклонных сечений.....	36
5.1.4 Определение геометрических характеристик сечения плиты.....	37
5.1.5 Величина и потери предварительного напряжения арматуры....	37
5.1.6 Расчет по образованию нормальных трещин.....	39

5.1.7	Определение прогибов плиты.. .. .	40
5.2	Расчет и конструирование ригеля перекрытия.....	41
5.2.1	Расчет прочности нормальных сечений.....	42
5.2.2	Расчет прочности наклонных сечений.....	43
5.3	Расчет сборного железобетонного марша.....	43
5.3.1	Определение нагрузок и усилий.....	44
5.3.2	Предварительное назначение размеров сечения марша.....	45
5.3.3	Расчет наклонного сечения на поперечную силу.....	45
5.4	Расчет светопропускаемой плиты покрытия.....	46
5.5	Расчет монолитного ростверка.....	52
<b>6. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ</b>		
6.1	Анализ инженерно – геологических условий.....	56
6.2	Анализ надфундаментной части.....	57
6.3	Проектирование свайного фундамента.....	61
6.4	Расчет осадок свайного фундамента.....	62
<b>7.ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>		
7.1	Условия осуществления строительства.....	66
7.2	Обоснование метода монтажа и выбор монтажного крана.....	67
7.3	Определение нормативных затрат труда времени работы машин и себестоимости строительно-монтажных работ.....	69
7.4	Монтаж перемычек.....	74
7.5	Технологическая карта на совмещенные каменные и монтажные работы.....	75



## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

8.1	Строительный генеральный план.....	79
8.2	Расчет площадей складов.....	79
8.3	Расчет временных зданий.....	81
8.4	Расчет временного электроснабжения.....	82
8.5	Расчет временного водоснабжения.....	83
8.6	Размещение на строительной площадке механизированного оборудования.....	85
8.7	Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности.....	86
9	ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА.....	87
9.1	Сметная стоимость.....	89
9.2	Расчет технико-экономических показателей	
9.2.1	Продолжительность строительства.....	91
9.2.2	Стоимость единицы измерения объекта.....	91
9.2.3	Трудоемкость.....	91
9.2.4	Выработка.....	92
9.2.5	Степень сборности.....	92
9.2.6	Показатель по механизации строительства.....	92
9.2.7	Сводка технико-экономических показателей.....	92
9.3	Оценка недвижимости	
9.3.1	Оценка недвижимости по затратам.....	93
9.3.2	Оценка недвижимости методом сравнения рыночных продаж...	94
9.3.3	Оценка недвижимости методом капитализации дохода.....	95

9.3.4 Оценка стоимости земельного участка.....	96
9.3.5 Оценка стоимости объекта недвижимости затратным подходом	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	97
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	98

## ВВЕДЕНИЕ

Жилищное строительство, которое определяет основной облик городской среды, в настоящее время получило развитие в связи с новыми требованиями и нормами, принятыми постановлениями об улучшении качества жилищного строительства.

Проводимая в России жилищная реформа является одной из приоритетных задач экономического преобразования в стране.

Происходят большие изменения к лучшему в архитектуре зданий, платинировке улиц, благоустройстве территорий.

Предприятия строительной индустрии модернизируют, переориентируют на выпуск эффективной высококачественной продукции. Повсеместно жилые кирпичные дома расширяют возможности домостроительных объединений.

В ряде районов кирпичные дома – основные объекты массовой застройки. Не является исключением и город Челябинск. В связи с этим темой данного дипломного проекта является строительство 52-квартирного жилого дома в г. Челябинск.

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Выпускная квалификационная работа на тему «Строительство 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск», выполнен в соответствии со справочной литературой, государственными стандартами и строительными нормами, и правилами.

## 1.1 Назначение здания и место строительства

14-ти этажный жилой дом с встроенным кафе предназначен для проживания в нем людей, а также для удобства посещения кафе «на дому». Участок проектируемого сооружения располагается в г. Челябинске Челябинской области.

Жилой дом относится к группе гражданских зданий для предоставления жилья.

## 1.2 Природно-климатические характеристики района строительства

### 1.2.1 Строительно-климатический паспорт

Строительство жилого дома производится в г. Челябинск. Данный климатический район входит в класс IV.

### 1.2.2 Инженерно-климатические показатели района строительства

Солнечная радиация:

- светоклиматический пояс – III, коэффициент светового климата  $m=0,9$ ;
- число солнечных дней в год от 287 до 261 дней [1].

Температурный режим:

- среднемесячная температура воздуха в январе  $(-15) - (-28) ^\circ\text{C}$ ; в июле  $(+18) - (+21) ^\circ\text{C}$ ;
- температура воздуха наиболее холодной пятидневки  $(-39) ^\circ\text{C}$ ;
- абсолютная минимальная температура воздуха  $(-48) ^\circ\text{C}$ ;
- абсолютная максимальная температура воздуха  $(+39) ^\circ\text{C}$ ;

- средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца 26 °С [2].

Влажность, осадки:

- зона влажности – нормальная влажность;
- влажность воздуха более 75%;
- число дней со снежным покровом 140–150 дней;
- средняя плотность снежного покрова 240–300 кг/м<sup>3</sup>;
- годовое количество осадков 410–450 мм;
- среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 80%;
- среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 74%.

Ветровой режим:

- скорость ветра в холодный период года Ю, ЮЗ; 3–4 м/с;
- скорость ветра в теплый период года З, СЗ; 2–3 м/с;
- средняя скорость ветра за три зимних месяца 3 м/с и более.

Архитектурный анализ микроклимата:

- грунтовые воды отсутствуют;
- рельеф площади строительства спокойный;
- грунты серые лессовые;
- нормативная глубина промерзания 1,9 м;
- класс здания по огнестойкости II;
- класс здания по долговечности II.

Таблица 1 – Повторяемость направлений ветра

Климатическое районирование	Район	Среднегодовая роза ветров							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
IV	г. Челябинск	13	7	5	6	14	25	11	19

Роза ветров построена в соответствии с таблицей 1 и приведена на рисунке 1.

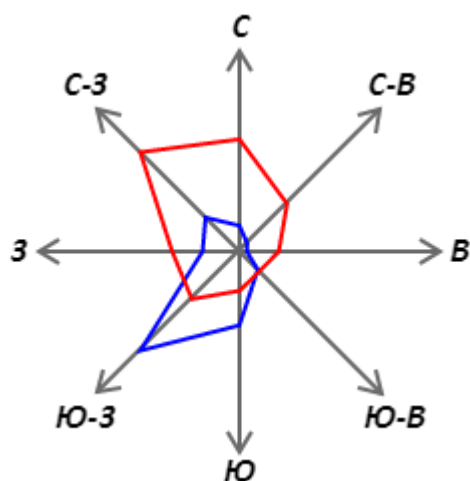


Рисунок 1 – Роза ветров

## 2 ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН И БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ

Жилой дом расположен на участке, который находится в жилом микрорайоне

Генеральный план разработан с учетом ряда требований и условий:

– функциональных, связанных с удачным размещением жилого дома по отношению к внешней среде, рельефу местности, целесообразной трассировкой пешеходных дорожек и автомобильных дорог внутри комплекса, размещением детских и хозяйственных площадок, озеленением и благоустройством территории;

– санитарных, удовлетворительных требований инсоляции и аэрации;

– противопожарных, определяющих необходимые разрывы между зданиями и системы противопожарных проездов.

На территории участка предусмотрены хозяйственная и детская площадки, места для отдыха, озелененный двор. Площадки расположены на расстоянии 13м от окон дома. К зданию предусмотрены подъезды шириной 3,5м и 2 автомобильных стоянки на 35 автомобилей каждая.

На генеральном плане выполняется вертикальная привязка к существующему рельефу путем подсчета красных и черных отметок.

За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметки – 120,50.

Технико-экономические показатели:

- площадь участка, га – 1,5;
- площадь застройки, га – 0,44;
- площадь твердого покрытия, га – 0,38;
- площадь озеленения, га – 0,68;
- коэффициент озеленения, % – 45;
- коэффициент застройки – 0,29.

### 3 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Основой проектного решения здания служит его функциональная схема.

Квартиры представляют собой группу особым образом сгруппированных помещений, рассчитанных на удобное проживание одного или нескольких человек. В соответствии с действующими нормами к функциональной схеме здания в состав квартир включены следующие помещения: жилые комнаты, кухня, прихожая, ванная, уборная.

Исходя из экономических требований композиция квартиры, ее площадь и размеры отдельных помещений определены нормой площади на одного человека.

Главными критериями, на основе которых оценивается качество квартиры являются: удобство планировки, наличие подсобных помещений, их целесообразное техническое оборудование и красивая художественная композиция интерьера квартиры с учетом численного состава семьи и возможности удобной расстановки мебели.

При разработке планировки квартир были учтены следующие требования:

- 1) планировка квартир должна быть компактной;
- 2) вход в комнаты должен быть из прихожей;
- 3) двери между комнатами при открывании не должны мешать свободному проходу;
- 4) каждая квартира должна отвечать требованиям аэрации и инсоляции.



#### 4. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

##### 4.1 Объемно-планировочное решение

Здание жилого дома имеет в плане сложную форму с общими размерами в плане 33,7×36,8 м. Здание состоит из 14 этажей. Высота первого и второго этажей в нежилой части (кафе) – 3,6м, в жилой – 3,0 м. Высота 3–14 этажей 3,0 м. Общая высота здания 48,5 м. Здание с подвалом, расположенного по всей площади. Высота подвала расположенного в нежилой части составляет 2,8 м, жилой части – 4,0 м. Здание бескаркасное с продольными несущими стенами.

На каждой лестничной клетке первого и второго этажей расположены по 2 квартиры на каждом этаже. На первом этаже 2-х комнатная (50,72 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 90,00м<sup>2</sup> – общая площадь) и 3-х комнатная (51,91 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 98,02 м<sup>2</sup> – общая площадь); на втором этаже две 3-х комнатных (51,91 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 98,02 м<sup>2</sup> – общая площадь). На каждой лестничной клетке 3–14 этажей расположены по 6 квартир на каждом этаже. На 3-5 этажах две 2-х комнатных (41,12 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 99,09 м<sup>2</sup> – общая площадь), две 3-х комнатных (51,91 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 108,43 м<sup>2</sup> – общая площадь) и две 1-х комнатных (21,14 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 63,38 м<sup>2</sup> – общая площадь); на 5-8 этажах две 2-х комнатных (41,12 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 97,45 м<sup>2</sup> – общая площадь), две 3-х комнатных (52,76 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 112,48 м<sup>2</sup> – общая площадь) и две 1-х комнатных (21,14 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 64,48 м<sup>2</sup> – общая площадь); на 9-14 этажах две 2-х комнатных (39,14 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 94,36 м<sup>2</sup> – общая площадь), две 3-х комнатных (52,76 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 108,83 м<sup>2</sup> – общая площадь) и две 1-х комнатных (21,14 м<sup>2</sup> – жилая площадь, 60,49 м<sup>2</sup> – общая площадь). Планировка выполнена с учетом требований аэрации и инсоляции.

Все комнаты непроходные, санузлы – отдельные, в квартирах предусмотрены лоджии и балконы.

## 4.2 Конструктивное решение

Пространственная жесткость здания обеспечивается устройством внутренних поперечных стен, связанных с наружными несущими стенами, стен лестнично-лифтового узла, являющихся ядром жесткости, создания жесткого диска перекрытия, путем анкеровки плит перекрытия с несущими стенами и между собой, и заделки швов между плитами цементно-песчаным раствором.

Фундаменты монолитная железобетонная фундаментная плита.

Наружные и внутренние стены. Наружные стены трехслойной конструкции. В качестве материала наружного слоя принят красный кирпич облицовочный, для несущего слоя – силикатный кирпич. В качестве утеплителя принят пеноизол толщиной 90 мм. Толщина наружных стен без штукатурки составляет 850 мм.

Наружные, внутренние стены и ограждения балконов выполнены из силикатного кирпича СОР 150/1800/25 на растворе М100. В местах расположения оконных проемов предусмотреть ниши для приборов отопления на ширину оконного проема глубиной 120 мм с отметки уровня пола на высоту 800 мм.

В процессе кладки выполнить армирование стен. В местах пересечения стен уложить связевые арматурные сетки из продольных стержней Ø8 А–III и поперечных Ø 4 Вр1 с размерами ячеек 100–100. Во избежание утолщения растворных швов в пересечениях сеток, сетки укладывать в смежных по высоте рядах кладке стен разного направления. В несущих стенах сетки должны заходить за грань первой плиты перекрытий, не менее чем на 500 мм.

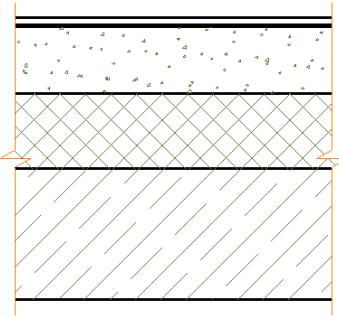
При кладке стен выполнить вентиляционные каналы по СНиП 3.03.01–81. Горизонтальные и вертикальные швы необходимо тщательно заполнить раствором. Раствор, выдавленный из швов на внутренней поверхности каналов удалить за их пределы. Отколотые поверхности кирпича не допускается обращать внутрь каналов. Внутренние поверхности каналов должны быть прошваброваны глиняно-песчаным раствором.

Перекрытия и покрытия. В проекте приняты перекрытия и покрытия из сборных многопустотных железобетонных плит по серии 1.141–1 толщиной

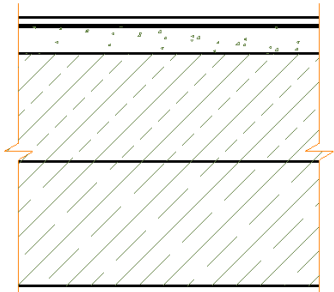
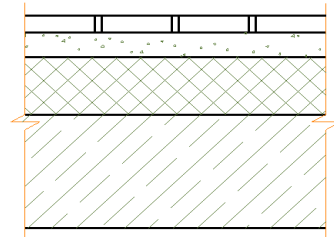
220 мм. Монтаж плит производится на очищенное основание по свежееуложенному раствору М100. Швы между плитами тщательно заделываются цементным раствором М100. Плиты через одну анкеруются с наружными стенами и между собой металлическими анкерами. Металлические анкера защищаются от коррозии слоем цементного раствора М100 толщиной 20 мм. Монолитные участки выполняются из бетона В15.

Полы приняты в соответствии назначению и приведены в таблице 2.

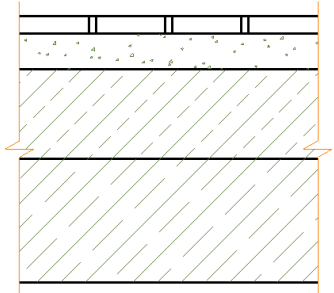
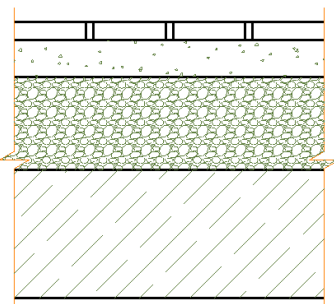
Таблица 2 – экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Спальни, гостинные, кухни, прихожие, квартирные коридоры, кладовые 1 – ого этажа и 3 –его этажа над магазином	1		<p>Покрытие: линолеум на теплозвукоизоляционной основе по (ГОСТ 18108-80) толщиной 4 мм;</p> <p>Прослойка из мастики наводостойких вяжущих толщиной 1 мм;</p> <p>Цементно-песчаная стяжка М 200 армированная сеткой р-10-1,2 (ГОСТ 5336-80) толщиной 35 мм;</p> <p>Пароизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*;</p> <p>Теплозвукоизоляционный слой из жестких минераловатных плит <math>\gamma=200</math> кг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 22950-95) толщиной 40 мм;</p> <p>Ж.б. плита перекрытия</p>	415,0

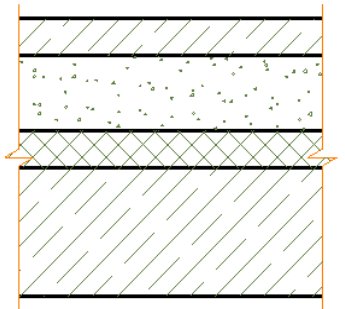
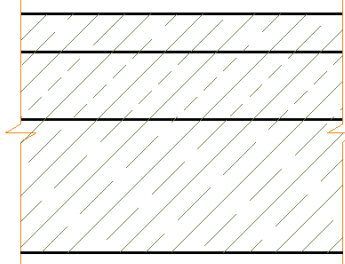
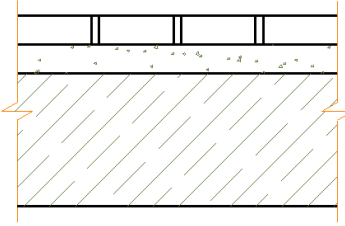
Продолжение таблицы 2

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Спальни, гостинные, кухни, прихожие, квартирные коридоры, кладовые по междуэтажным перекрытиям	2		<p>Покрытие: линолеум на теплозвукоизоляционной основе по ГОСТ 18108-80 толщиной 4 мм;</p> <p>Прослойка из мастики на водостойких вяжущих толщиной 1 мм;</p> <p>Цементно-песчаная стяжка М 200 толщиной 15мм;</p> <p>Стяжка из легкого бетона В 7,5; <math>\gamma=1200</math> кг/м<sup>3</sup> на мелком заполнителе толщиной 60 мм;</p> <p>Ж.б. плита перекрытия</p>	5070,0
Санузлы, ваннные комнаты	3		<p>Покрытие: керамическая плитка 300 × 300 толщиной 10 мм;</p> <p>Прослойка из клеящей мастики; Цементно-песчаная стяжка М 200 толщиной 15мм;</p> <p>Стяжка из легкого бетона В 7,5 <math>\gamma=1200</math> кг/м<sup>3</sup> на мелком Заполнителе толщиной 60мм;</p> <p>Пароизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*;</p> <p>Ж.б. плита перекрытия</p>	542,0

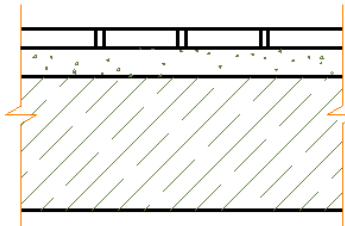
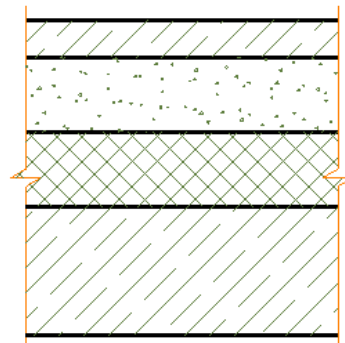
Продолжение таблицы 2

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Помещение КИПиА и дежурного персонала	4		<p>Покрытие: керамическая плитка 300 × 300 толщиной 10 мм;</p> <p>Прослойка из клеящей мастики;</p> <p>Цементно-песчаная стяжка М 200 толщиной 20мм;</p> <p>Стяжка из легкого бетона В 7,5 <math>\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3</math> на мелком заполнителе толщиной 50 мм;</p> <p>Обмазка горячим битумом за 2 раза;</p> <p>Ж.б. плита перекрытия</p>	7,53
Мусоросборная камера	5		<p>Покрытие: керамическая плитка 300 × 300 толщиной 10мм;</p> <p>Цементно-песчаная стяжка М 200 армированная сеткой толщиной 20мм;</p> <p>Парогидроизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*;</p> <p>Керамзитовый гравий <math>\gamma = 450 \text{ кг/м}^3</math> ГОСТ 9757-90* толщиной 130 мм;</p> <p>Парогидроизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*;</p> <p>Ж.б. плита перекрытия</p>	3,72

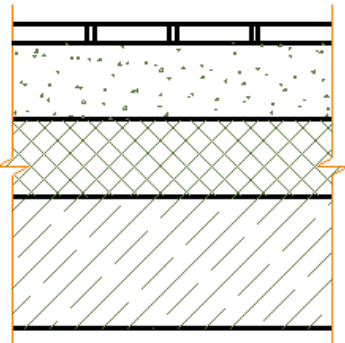
Продолжение таблицы 2

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Лифтовые холлы, тамбуры	6		Покрытие: мозаичное без рисунка (террацо) из бетона В 20 толщиной 20 мм; Цементно-песчаная стяжка М 200 толщиной 40 мм; Стяжка из легкого бетона В 7,5 $\gamma = 1200$ кг/м <sup>3</sup> на мелком заполнителе толщиной 20 мм; Ж.б. плита перекрытия	1150,0
Позажные воздушные зоны	7		Покрытие: мозаичное без рисунка (террацо) из бетона В 20 толщиной 20мм; Стяжка из легкого бетона В 7,5 $\gamma = 1200$ кг/м <sup>3</sup> на мелком заполнителе толщиной 35 мм; Ж.б. плита перекрытия	190,0
Лестничные площадки	8		Покрытие: керамическая плитка 300 × 300 толщиной 15 мм; Прослойка из клеящей мастики; Цементно-песчаная стяжка М 150 толщиной 15мм; Парогидроизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*; Ж.б. плита перекрытия	110,0

Продолжение таблицы 2

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Балконы, лоджии	9		<p>Покрытие: керамическая плитка 300 × 300 толщиной 10 мм.</p> <p>Прослойка из клеящей мастики;</p> <p>Цементно-песчаная стяжка М 150 толщиной 15 мм;</p> <p>Парогидроизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*;</p> <p>Ж.б. плита перекрытия</p>	750,0
Кафе	10		<p>Покрытие: мозаичное без рисунка (террацо) из бетона В 20 толщиной 20 мм;</p> <p>Цементно-песчаная стяжка М 200 армированная сеткой "рабица" Р-10-1,2 ГОСТ 5336-80 толщиной 30 мм;</p> <p>Парогидроизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*;</p> <p>Теплозвукоизоляционный слой из жестких минераловатных плит <math>\gamma = 200</math> кг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 22950-95) толщиной 40 мм;</p> <p>Ж.б. плита перекрытия</p>	1300,0

Окончание таблицы 2

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Санузлы, кафе	11		Покрытие: керамическая плитка 300 × 300 толщиной 10мм; Прослойка из клеящей мастики; Цементно-песчаная стяжка М 200 армированная сеткой "рабица" (Р-10-1,2 ГОСТ 5336-80) толщиной 40мм; Пароизоляция из 1 слоя пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82*; Теплозвукоизоляционный слой из жестких минераловатных плит $\gamma = 200$ кг/м <sup>3</sup> (ГОСТ 22950-95) толщиной 40мм; Ж.б. плита перекрытия	32,0

Перегородки выполняются из силикатного кирпича СОР 100/1800/15 на цементно-песчаном растворе М50. Перегородки опираются на плиты перекрытия. К несущим стенам перегородки крепятся с помощью анкерных выпусков кирпичной кладки. Зазор между перегородками и потолком проконопачивается паклей, смоченной в гипсовом растворе, шов расширяется цементным раствором.

### Крыша и кровля

В проекте предусмотрена плоская крыша несущими конструкциями, для которой служат плиты покрытия. Кровля крыши выполнена из двух слоев линокрома. Для отвода воды со скатной крыши к водосточным воронкам предусмотрены желоба из оцинкованной стали. В местах примыкания кровли к парапету выполняют дополнительных три слоя гидроизоляции.



## Окна

В проекте предусмотрены деревянные окна по ГОСТ 11214–86. Оконные блоки до установки оклеиваются толем. Зазоры между оконным блоком тщательно проконопачиваются паклей, смоченной в алебастровом молоке.

## Двери

В проекте приняты внутренние деревянные двери по ГОСТ 6628–88, за исключением дверей позиций 16–17.

Двери, позиций 16–17, выполнить индивидуальными. Деревянные коробки крепятся к деревянным антисептированным пробкам, заложенным в откосы проемов в процессе кладки. При установке в проемы, коробки антисептируются ОПФ–9 по ГОСТ 23790–79 и отделяются от них слоем гидроизола. Щели вокруг коробок проконопачиваются паклей, смоченной в гипсовом растворе, и закрываются наличниками. Наружные двери выполняются по ГОСТ 24698–81 и индивидуальные металлические. Двери, позиций 2–4 (кроме мусоропроводной камеры), оборудовать домофонной связью. На дверных блоках при входах предусмотреть приборы, обеспечивающие самозакрывание и уплотнение в притворах.

## Перемычки

Приняты перемычки сборные железобетонные по серии 1.038.1–1.1. Перемычки укладываются по слою цементного раствора М 50 толщиной 20 мм. В уровне перемычек над оконными и дверными проемами наружных стен в слое утеплителя выполнить рассечки из жестких минераловых плит по ГОСТ 22950–78 высотой 150 мм с заведением на стены по 150 мм с каждой стороны проема.

## Лестницы

В проекте приняты сборные железобетонные лестничные марши с площадками. Лестничные марши опираются на ригели и крепятся с помощью сварки закладных деталей. Ригели опираются на продольные стены лестничных клеток. Лестничные клетки обеспечиваются дневным освещением.

## Отмостка

Отмостка устраивается для отвода поверхностных вод вокруг здания. Она выполняется из бетона на мелкозернистом заполнителе, с шириной 1000 мм с уклоном от здания 2 %. Отмостка выполнена по уплотненному щебеночному основанию толщиной 200 мм.

## 4.3 Наружная и внутренняя отделка

Стены снаружи оштукатуриваются цементно-песчаным раствором и окрашиваются водоэмульсионной краской.

Отделка внутренних помещений выполнена в соответствии с назначением и приведена.

## 4.4 Инженерное оборудование

Водопровод – хозяйственно-питьевой от внешней сети.

Канализация – хозяйственно-бытовая в городскую сеть, водосток внутренний с выпуском на отмостку.

Отопление – водяное центральное со стальными конвекторами типа «Аккорд», температура теплоносителя 105–70 °С.

Вентиляция – естественная.

Горячее водоснабжение от внешней сети.

Электроснабжение – от внешней сети, напряжение 380/220 В.

Освещение – лампами накаливания и дневного света.

Устройства связи – телефонизация, радиофикация, коллективные антенны.

Лифты – грузовой грузоподъемностью 1000 кг, пассажирский грузоподъемностью 400 кг.

Мусоропровод – с камерой на первом этаже и сменным контейнером.

#### 4.5 Физико-техническое обоснование принятых решений

Район строительства – город Челябинск.

Влажностный режим помещения – нормальный (относительная влажность  $\varphi=50-60\%$ ; температура внутреннего воздуха  $t_{в}=22-24$  °С).

Зона влажности – сухая [2]. По условиям эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности – А, [2].

Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92–26 °С. Период со среднесуточной температурой воздуха  $\leq 8$  °С: продолжительность 199 суток; средняя температура – 3,4 °С.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям определяется по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{n(t_e - t_n)}{\Delta t_n \alpha_e};$$

где  $n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;  $t_e$  – расчетная температура внутреннего воздуха °С;  $t_n$  – расчетная температура наружного воздуха °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;  $\Delta t_n$  – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции;  $\alpha_e$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

$$R_0^{mp} = \frac{1(22 + 23)}{4 \cdot 8,7} = 1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

Расчет по условиям энергосбережения:

$$ГСОП = (t_e - t_{ом.пер.}) z_{ом.пер.},$$

где  $t_{ом.пер.}$  – средняя температура периода со среднесуточной температурой воздуха ниже или равной 8°C.

$$ГСОП = (22 - (-3,4)) 199 = 5054,6$$

$$R_0^{*mp} = \frac{3,5 - 2,8}{6000 - 40000} (5054,6 - 4000) + 2,8 = 3,17 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Дальнейший расчет ведем по  $R_0^{*mp}$  т.к.  $R_0^{*mp} > R_0^{mp}$ ,  $3,17 > 1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$

Определяем фактическое термическое сопротивление ограждения  $R_0$ .

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_n};$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i};$$

$$3,17 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,12}{0,47} + \frac{x}{0,05} + \frac{0,51}{0,47} + \frac{0,15}{0,76} + \frac{1}{23};$$

$$x = 0,087 \text{ м.}$$

Принимаем толщину утеплителя 90 мм. Общая толщина стены равна 885 мм.

$$R_0^{*mp} = \frac{5,2 - 4,2}{6000 - 4000} (5054,6 - 4000) + 4,2 = 4,73 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Дальнейший расчет ведем по  $R_0^{*mp}$  т.к.  $R_0^{*mp} > R_0^{mp}$ ,  $4,73 > 1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$

Определяем фактическое термическое сопротивление ограждения  $R_0$ .

$$4,73 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,27} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{x}{0,07} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23};$$

$$x = 0,296 \text{ м.}$$

Принимаем толщину утеплителя 300 мм. Общая толщина покрытия равна 600 мм.

#### 4.6 Техничко-экономические показатели

Для оценки объемно-планировачного решения жилого дома, принимают технико-экономические показатели, характеризующие экономическую обоснованность общих параметров здания.

Этажность – 14 этажей.

Размеры в плане 1–2-го этажей – 36,8–33,7 м, 3–14-го этажей – 27,8–27,4 м.

Жилая площадь квартир ( $P_{ж.кв.}$ ):

- 1-ый этаж: 2-х комнатная 50,72 м<sup>2</sup>, 3-х комнатная 51,91 м<sup>2</sup>;
- 2-ой этаж: две 3-х комнатных по 51,91 м<sup>2</sup>;
- 3–5-ый этажи: две 3-х комнатных по 51,91 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 41,12 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 21,14 м<sup>2</sup>;
- 6–8-ой этажи: две 3-х комнатных по 52,76 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 41,12 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 21,14 м<sup>2</sup>;
- 9–14-ый этажи: две 3-х комнатных по 52,76 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 39,14 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 21,14 м<sup>2</sup>.

Подсобная площадь квартир ( $P_{п.кв.}$ ):

- 1-ый этаж: 2-х комнатная 39,28 м<sup>2</sup>, 3-х комнатная 46,11 м<sup>2</sup>;
- 2-ой этаж: две 3-х комнатных по 46,11 м<sup>2</sup>;
- 3–5-ый этажи: две 3-х комнатных по 56,92 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 57,97 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 42,24 м<sup>2</sup>;
- 6–8-ой этажи: две 3-х комнатных по 59,72 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 56,33 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 43,32 м<sup>2</sup>;
- 9–14-ый этажи: две 3-х комнатных по 56,07 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 55,22 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 39,35 м<sup>2</sup>.

Общая площадь квартир ( $P_{о.кв.}$ ):

- 1-ый этаж: 2-х комнатная 90,00 м<sup>2</sup>, 3-х комнатная 98,02 м<sup>2</sup>;
- 2-ой этаж: две 3-х комнатных по 98,02 м<sup>2</sup>;
- 3–5-ый этажи: две 3-х комнатных по 108,43 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 99,09 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 63,38 м<sup>2</sup>;
- 6–8-ой этажи: две 3-х комнатных по 112,48 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по

97,45 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 64,46 м<sup>2</sup>;

–9–14-ый этажи: две 3-х комнатных по 108,83 м<sup>2</sup>, две 2-х комнатная по 94,36 м<sup>2</sup>; две 1 комнатных по 60,49 м<sup>2</sup>.

Определение соотношения жилой и общей площадей, применительно к планировки отдельных квартир производится по формуле:

$$K_{I.кв.} = \frac{\Pi_{ж.кв.}}{\Pi_{о.кв.}}, \%$$

Тогда:

– 1-ый этаж: 2-х комнатная  $K_{I.кв.} = \frac{50,72}{90,00} \cdot 100 = 56 \%$  , 3-х комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{51,91}{98,02} \cdot 100 = 53 \%$$

– 2-ой этаж: 3-х комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{51,91}{98,02} \cdot 100 = 53 \%$$

– 3–5-ый этаж: 3-х комнатная  $K_{I.кв.} = \frac{51,91}{108,43} \cdot 100 = 48 \%$  , 2-х комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{41,12}{99,09} \cdot 100 = 41 \%$$
 , 1 комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{21,14}{63,38} \cdot 100 = 33 \%$$

– 6–8-ый этаж: 3-х комнатная  $K_{I.кв.} = \frac{52,76}{112,48} \cdot 100 = 47 \%$  , 2-х комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{41,12}{97,45} \cdot 100 = 42 \%$$
 , 1 комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{21,14}{64,46} \cdot 100 = 33 \%$$

– 9–14-ый этаж: 3-х комнатная  $K_{I.кв.} = \frac{52,76}{108,83} \cdot 100 = 48 \%$  , 2-х комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{39,14}{94,36} \cdot 100 = 41 \%$$
 , 1 комнатная

$$K_{I.кв.} = \frac{21,14}{60,49} \cdot 100 = 35 \%$$

Оценка площадей объекта

Площадь кафе 1175,04 м<sup>2</sup>.

Площадь застройки (П<sub>з</sub>) – 1578,03 м<sup>2</sup>.

Строительный объем (О<sub>с</sub>) – 76534,5 м<sup>3</sup>.

Жилая площадь дома в целом (П<sub>ж</sub>) – 1572,26 м<sup>2</sup>.

Площадь приведенная (П<sub>о</sub>) – 7560,08 м<sup>2</sup>.

Показатель целесообразности соотношения жилой и приведенной площадей по дому в целом:

$$K_1 = \frac{P_{жс}}{P_o}, \% ;$$
$$K_1 = \frac{4271,25}{7560,08} \cdot 100 = 56 \% .$$

Показатель экономичности использования строительного объема здания:

$$K_2 = \frac{O_c}{P_o}; \quad K_2 = \frac{48130}{7560,08} = 6,4 .$$

Показатель компактности здания, характеризуемый отношением площади поверхности наружных стен С к общей площади дома:

$$K_3 = \frac{C}{P_o}; \quad K_3 = \frac{4846}{7560,08} = 0,64 .$$

## 5 КОНСТРУКЦИИ

### 5.1 Расчет и конструирование плиты перекрытия

В данном дипломном проекте разработана многопустотная плита перекрытия  $6,0 \times 1,5$  м. Она опирается короткими сторонами и рассчитывается как балка двутаврового профиля, свободно лежащая на двух опорах. Поперечное сечение плиты показано на рисунке 2.

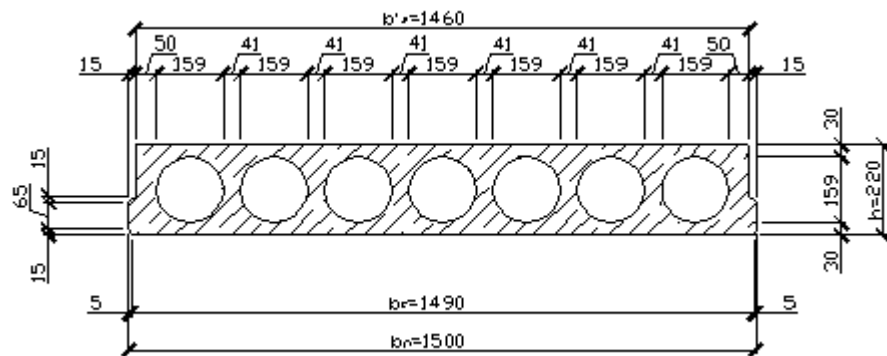


Рисунок 2 – Поперечное сечение многопустотной плиты

Предварительно уточняем размеры поперечного сечения плиты и приводим его к эквивалентному двутавровому на основе конструктивных требований:

- конструктивная ширина плиты на 1 см меньше номинальной;
- 7 пустот диаметром 159 мм;
- контуры продольных боковых поверхностей плит устраивают с выступами для улучшения заполнения швов бетоном; ширина швов 20 мм; высота выступа 60 мм;

Основные размеры сечения показаны на рисунке 3.

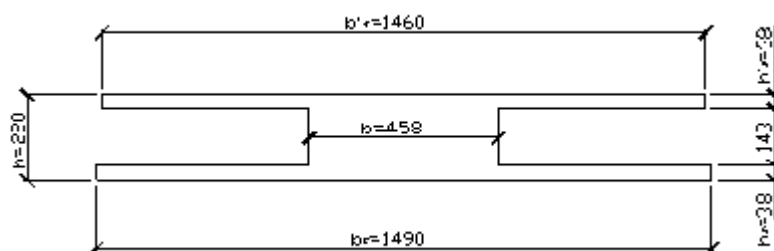


Рисунок 3 – Эквивалентное двутавровое сечение плиты



– ширина верхней полки –  $b'_f = 1460$  мм, нижней –  $b_f = 1490$  мм;

– высота верхней и нижней полки –  $h'_f = h_f = (h - 0,9 \cdot d) / 2$ ;

$$h'_f = (220 - 0,9 \cdot 159) / 2 = 38,45 \text{ мм},$$

– ширина ребра –  $b - h'_f = b'_f - n \cdot 0,9 \cdot d$ ;

$$b = 1460 - 7 \cdot 0,9 \cdot 159 = 458,3 \text{ мм},$$

где  $n$  – число пустот.

Расчетный пролет плиты  $l_0 = 6000 - 370 - 190 - 4 = 5830$  мм.

### 5.1.1 Статический расчет плиты

Расчетные нагрузки на  $1\text{ м}^2$  плиты определяем в табличной форме (см. таблицу 3).

Таблица 3– Расчетные нагрузки на  $1\text{ м}^2$  плиты

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кПа	$\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кПа
1. Постоянная $q$ , собственный вес многопустотной плиты;	$0,22 \cdot 2500 \cdot 0,25 = 522,5$	1,1	574,75
Вес пола:	$0,02 \cdot 500 \cdot 0,95 = 9,5$	1,1	10,45
паркет	$0,03 \cdot 1800 \cdot 0,95 = 51,3$	1,3	66,69
цементная стяжка			
Итого:	583,3		651,89
2. Временная	$150 \cdot 0,95 = 142,5$	1,3	185,25
3. Полная $q$	$q^n = 725,8$		837,03

Определяем полную расчетную нагрузку на один погонный метр плиты, расчетная схема плиты показана на рисунке 4.

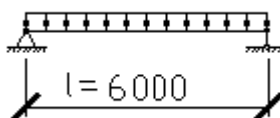


Рисунок 4 – Расчетная схема плиты

$$q_1 = 10,89 \text{ кН/м}$$

Полная расчетная нагрузка зависит от постоянной и временной, рассчитывается по формуле:

$$q_n = q \cdot b_n$$

- постоянная  $q = 6,519 \cdot 1,5 = 9,78 \text{ кН/м}$ ;
- временная  $p = 1,852 \cdot 1,5 = 2,778 \text{ кН/м}$ ;
- полная  $q + p = 9,78 + 2,778 = 12,558 \text{ кН/м}$ .

Нормативная нагрузка на один погонный метр:

- постоянная  $q^n = 5,833 \cdot 1,5 = 8,75 \text{ кН/м}$ ;
- временная  $p^n = 142,5 \cdot 1,5 = 2,14 \text{ кН/м}$ ;
- полная  $q^n + p^n = 8,75 + 2,14 = 10,89 \text{ кН/м}$ .

максимальный расчетные изгибающий момент и поперечную силу от расчетных нормативных нагрузок по формулам:

$$M = q_n \cdot l_0^2 / 8 ; \quad Q = q_n \cdot l_0 / 2,$$

Тогда

$$M = 12,555 \cdot 5,83^2 / 8 = 53,34 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = 12,555 \cdot 5,83 / 2 = 36,60 \text{ кН}.$$

От полной нормативной нагрузки:

$$M = 10,89 \cdot 5,83^2 / 8 = 46,26 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = 10,89 \cdot 5,83 / 2 = 31,74 \text{ кН}.$$

### 5.1.2 Конструктивные расчеты плиты

Пустотную предварительно напряженную плиту принимаем стержневой арматурой класса Ат – V.

К трещиностойкости плиты предъявляют требования 111 категории. Изделия подвергаются тепловой обработке при атмосферном давлении.

Назначаем вид бетона – тяжелый, класса В25. Призменная прочность нормативная  $R_{bn} = 18,5 \text{ МПа}$ , расчетная  $R_b = 14,5 \text{ МПа}$ . Коэффициент условий работы бетона  $\gamma_b = 0,9$ .

Нормативное сопротивление при растяжении  $R_{bt} = 1,6$  МПа, расчетное сопротивление  $R_{bt} = 1,05$  МПа.

Начальный модуль упругости бетона  $R_{bt}$  устанавливаем так, чтобы при обжатии отношение напряжений:

$$\sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0,75$$

Продольная арматура класса Ат – V. Нормативное сопротивление  $R_{sn} = 785$  МПа, расчетное сопротивление  $R_s = 680$  МПа. Модуль упругости  $E_s = 190000$  МПа.

Предварительное напряжение арматуры принимаем:  $\sigma_{sp} = 0,75 \cdot R_{sn}$ ;

Тогда

$$\sigma_{sp} = 0,75 \cdot 785 = 590 \text{ МПа.}$$

Проверяем выполнение условий:  $\sigma_{sp} + p \leq R_{sn}$  и  $\sigma_{sp} - p \geq 0,3 \cdot R_{sn}$  при электротермическом способе напряжения.

$$P = 30 + 360 / 1 = 30 + 360 / 6 = 90 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_{sp} + p = 590 + 90 = 680 \leq R_{sn} = 785 \text{ МПа.}$$

Вычисляем предварительное отношение предварительного напряжения

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta \gamma_{sp}$$

$$\Delta \gamma_{sp} = 0,5P / \gamma_{sp}(1 + 1 / \sqrt{n_p});$$

$$\Delta \gamma_{sp} = 0,5 \cdot 90 / 590(1 + \sqrt{7}) = 0,105,$$

где  $n_p$  – число напряженных стержней в плите;  $\gamma_{sp}$  – коэффициент точности натяжения при благоприятном влиянии предварительного напряжения.

$$\gamma_{sp} = 1 - 0,105 = 0,895$$

Предварительное напряжение с учетом точности натяжения

$$\sigma_{sp} = 0,895 \cdot 590 = 528,05 \approx 528 \text{ МПа.}$$

Расчет прочности нормальных сечений элементов таврового профиля с одиночной арматурой.

1.  $R_b = 14,5$  МПа,  $R_s = 680$  МПа.

2. Рабочая высота сечения  $h_0 = h - a$ ;  $h_0 = 22 - 1,5 = 20,5$  см,

где  $h$  – высота сечения плиты.

3. Проверим выполнение условия:

$$M \leq R_b \cdot b_f \cdot h_f \cdot \gamma_b \cdot (h_0 - 0,5h_f);$$

$$14,5 \cdot 10^3 \cdot 1,46 \cdot 0,038 \cdot 0,9 (0,205 - 0,5 \cdot 0,038) = 134,67 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

53,34 < 134,67 кН · м, т.е. нейтральная ось находится в полке, сечение рассчитывается как прямоугольное шириной  $b_f = 1,46$  м.

4. Определяем:  $A_0 = M / (\gamma_b \cdot R_b \cdot b_f \cdot h_0^2)$ ,

$$A_0 = 53,34 / (0,9 \cdot 14,5 \cdot 0,458 \cdot 0,205^2) \cdot 1000 = 0,212 \text{ мм}^2.$$

5. Находим  $\xi$  и  $\eta$  в зависимости от  $A_0$ .

$$A_0 = 0,212 \text{ мм}^2 \quad \xi = 0,24 \quad \eta = 0,88.$$

6. Определяем  $\omega = 0,85 - 0,008 \cdot R_b \cdot \gamma_b = 0,85 - 0,008 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 0,75$

$$\xi_R = \omega_0 / [1 + R_s \cdot (1 - \omega_0/1,1) / 500] = 0,75 / [1 + 680 \cdot (1 - 0,75 / 1,1) / 500] = 0,523$$

7. Проверяем условие  $\xi < \xi_R$ ,

$$0,24 < 0,523, \text{ условие выполняется.}$$

8. Требуемая площадь продольной рабочей арматуры:  $A_s = M/R_s \cdot \eta \cdot h_0 \cdot \gamma_{sb}$ ;

$$A_s = 53340 / (1,15 \cdot 680 \cdot 0,88 \cdot 20,5) = 3,78 \text{ см}^2$$

9. Принимаем с запасом прочности 6 Ø 10 Ат-V ( $A = 4,71 \text{ см}^2$ )

10. Процент армирования

$$\mu \% = A_s \cdot 100 \% / b \cdot h_0 = 4,71 \cdot 100 \% / 45,8 \cdot 20,5 = 0,50$$

### 5.1.3 Расчет прочности наклонных сечений

1.  $R_b = 14,5$  МПа,  $R_{bt} = 1,05$  МПа,  $R_{sw} = 375$  МПа – для арматуры класса Вр-1

2. Проверяем условие достаточной прочности наклонных сечений при действии главных сжимающих напряжений:  $Q \leq 0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$ ;

$$Q = 0,3 \cdot 14,5 \cdot 458 \cdot 0,205 \cdot 0,9 = 368 \text{ кН,}$$

36,60 < 368 кН – условие выполняется.

3. Проверяем условие:

$$Q \leq 0,6 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 1,05 \cdot 458 \cdot 0,205 \cdot 0,9 = 53,23 \text{ кН}$$

36,60 < 53,23 кН – условие выполняется, поперечные стержни по расчету не требуются.

На приопорных участках длиной  $\frac{1}{4}$  арматуру устанавливаем конструктивно, 4 Ø Вр-1 с шагом 100 мм.

#### 5.1.4 Определение геометрических характеристик сечения плиты

Определяем по СНиП  $E_b = 30000$  МПа и  $E_s = 190000$  МПа,

$$A = E_s / E_b; \quad \alpha = 190000 / 30000 = 6,3.$$

Площадь приведенного двутаврового сечения:

$$A_{red} = b_f \cdot h_f + b_f \cdot h_f + b(h - h_f - h_f) + \alpha \cdot A_s;$$

$$A_{red} = 146 \cdot 3,8 + 149 \cdot 3,8 + 45,8(22 - 3,8 - 3,8) + 6,3 \cdot 4,71 = 1810,19 \text{ см}^2.$$

Статический момент приведенного сечения относительно нижней грани:

$$S_{red} = b_f \cdot h_f(h - 0,5h_f) + 0,5 b_f \cdot h_f^2 + b(h - h_f - h_f)[(h - h_f - h_f) / 2 + \alpha \cdot A_s \cdot a];$$

$$S_{red} = 146 \cdot 3,8(22 - 0,5 \cdot 3,8) + 0,5 \cdot 149 \cdot 3,8^2 + 45,8(22 - 3,8 - 3,8)[22 - 3,8 - 3,8] / 2 + 3,8] = 19481,98 \text{ см}^2$$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до нижней грани:

$$y = S_{red} / A_{red};$$

$$y = 19481,98 / 1810,19 = 11 \text{ см}.$$

Момент инерции приведенного сечения относительно центра тяжести:

$$I_{red} = b_f(h_f)^3 / 12 + b_f \cdot h_f(h - y - 0,5h_f)^2 + b_f \cdot h_f^3 / 12 + b_f \cdot h_f(y - 0,5h_f)^2 + b(h - h_f - h_f)^3 / 12 + b(h - h_f - h_f)[(h - h_f - h_f) / 2 + h_f - y]^2 + \alpha \cdot A_s(y - a)^2;$$

$$I_{red} = 146 \cdot 3,8^2 / 12 + 146 \cdot 3,8(22 - 11 - 0,5 \cdot 3,8)^2 + 149 \cdot 3,8^3 / 12 + 149 \cdot 3,8(11 - 0,5 \cdot 3,8)^2 + 45,8(22 - 3,8 - 3,8) / 12 + 45,8(22 - 3,8 - 3,8)[(22 - 3,8 - 3,8) / 2 + 3,8 - 11]^2 + 6,3 \cdot 4,71(11 - 3)^2 = 96132,98 \text{ см}^4.$$

Момент сопротивления приведенного сечения относительно растянутой грани:  $W_{red} = I_{red} / y$ ;

$$W_{red} = 96132,98 / 11 = 8739,36 \text{ см}^3.$$

#### 5.1.5 Величина и потери предварительного напряжения арматуры

Величину предварительного напряжения продольной растянутой арматуры  $\sigma_{sp}$  назначают из условия п. 1.23:

$$\sigma_{sp} \leq R_{s,ser} - P; \quad \sigma_{sp} \leq 0,3R_{s,ser} + P,$$

где  $R_{s,ser}$  – расчетное сопротивление продольной растянутой арматуры для второй группы предельных состояний.

Метод предварительного напряжения арматуры – электротермический.

$$P = 30 + 360 / l,$$

где  $l$  – длина стержня плиты, м.

$$590 \leq 785 - 90; \quad 590 \leq 695 \text{ МПа};$$

$$P = 30 + 360 / 6 = 90 \text{ МПа};$$

$$590 \leq 0,3 \cdot 590 + 90; \quad 590 \geq 267 \text{ МПа}.$$

Арматура плиты – стержневая, её натяжение предусматривается на упоры, бетон – тяжелый, подвергнутый тепловой обработке в камерах. В этом случае будут следующие потери предварительного напряжения:

– от релаксации напряжений в арматуре:  $\sigma_1 = 0,03\sigma_{sp}$ ;

$$\sigma_1 = 0,03 \cdot 590 = 17,7 \text{ МПа};$$

– от быстронатекающей ползучести:  $\sigma_6 = 40\sigma_{bp} / R_{bp}$  при  $\sigma_{bp} / R_{bp} < \alpha$ ;

$$\sigma_6 = 40\alpha + 85\beta(\sigma_{bp} / R_{bp} - \alpha) \text{ при } \sigma_{bp} / R_{bp} > \alpha;$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты, принимаемые  $\alpha = 0,25 + 0,025R_{bp}$ , но не более 0,8;  $\beta = 5,25 - 0,185 R_{bp}$ , но не более 2,5 и не менее 1,1;  $\sigma_{bp}$  – напряжения в бетоне от усилия предварительного обжатия на уровне центра тяжести арматуры.

$$\sigma_{bp} = P / A_{red} + P \cdot e_0^2 / I_{red}; \quad P = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_1); \quad e_0 = y - a;$$

где  $R_{bp}$  – передаточная прочность бетона,  $R_{bp} \geq 0,7 \cdot R_b$ .

$$P = 4,71(590 - 17,7) \cdot 100 = 269553,3 \text{ Н} = 270 \text{ кН},$$

$$e_0 = 11 - 1,5 = 9,5 \text{ см},$$

$$\sigma_{bp} = (269553,3/1810,19 + 269553,3 \cdot 9,5^2 / 96132,98) / 100 = 4,01 \text{ МПа},$$

$$R_{bp} = 0,7 \cdot 14,5 = 10,15 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 4,01 / 10,15 = 0,39,$$

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot 10,15 = 0,51, \text{ т.к. } \sigma_{bp} / R_{bp} < \alpha; \quad 0,39 < 0,51,$$

$$\sigma_6 = 40 \cdot 0,39 = 15,6 \text{ МПа}.$$

– от усадки бетона:  $\sigma_8 = 35 \text{ МПа}$ ,

– от ползучести бетона:  $\sigma_9 = 150\alpha_1 \cdot \sigma_{bp} / R_{bp}$  при  $\sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0,75$ ,

$$\sigma_9 = 300\alpha_1(\sigma_{bp} / R_{bp} - 0,375) \text{ при } \sigma_{bp} / R_{bp} > 0,75,$$

где  $\alpha_1 = 0,85$  – коэффициент, принимаемый для бетона, подвергнутого тепловой обработке.

$$\sigma_9 = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,39 = 49,73 \text{ МПа.}$$

Полные потери:  $\sigma_{\text{los}} = \sigma_1 + \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9$ ;

$$\sigma_{\text{los}} = 17,7 + 15,6 + 35 + 49,73 = 118,03 \text{ МПа.}$$

### 5.1.6 Расчет по образованию нормальных трещин

Категория трещиностойкости плиты – третья. В ней при действии полной нормативной нагрузки допускается образование и ограниченное по ширине раскрытие трещин.

Нормативная нагрузка на один погонный метр:

- постоянная  $q^n = 5,833 \cdot 1,5 = 8,75 \text{ кН/м}$ ;
- временная  $p^n = 1,425 \cdot 1,5 = 2,14 \text{ кН/м}$ ;
- полная  $q^n + p^n = 7,258 \cdot 1,5 = 10,89 \text{ кН/м}$ .

Изгибающие моменты в плите от нормативных нагрузок: от постоянной

$M_1 = q^n \cdot l_0^2 / 8$ ; от временной  $M_{\text{sh}} = p^n \cdot l_0^2 / 8$ ; от полной  $M = M_1 + M_{\text{sh}}$

$$M_1 = 8,75 \cdot 5,83^2 / 8 = 37,17 \text{ кН} \cdot \text{м}; M_{\text{sh}} = 2,14 \cdot 5,83^2 / 8 = 9,09 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M = 37,17 + 9,09 = 46,26 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Усилие предварительного обжатия с учетом всех потерь:

$$P_{02} = A_s(0,9\sigma_{\text{sp}} - \sigma_{\text{los}});$$

$$P_{02} = 4,71(0,9 \cdot 590 - 118,03)100 = 194509 \text{ МПа} = 195 \text{ кН.}$$

Расстояние от центра тяжести сечения до верхней ядровой точки:

$$r = 0,8 W_{\text{red}} / A_{\text{red}};$$

$$r = 0,8 \cdot 8739,36 / 1810,19 = 4,82 \text{ см.}$$

Упругопластический момент сопротивления сечения относительно растянутой грани:  $W_{\text{pl}} = 1,75W_{\text{red}}$ ;

$$W_{\text{pl}} = 1,75 \cdot 8739,36 = 15293,88 \text{ см}^3.$$

Изгибающий момент, воспринимаемый сечением при образовании трещин:

$$M_{\text{crc}} = R_{\text{bt, ser}} \cdot W_{\text{pl}} + P_{02}(e_0 + r);$$

$$M_{\text{crc}} = (1,6 \cdot 15293,88)100 + 195000(9,5 + 4,82) = 5239421 \text{ Н} \cdot \text{см} = 52 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$M \leq M_{\text{крс}}; 46,26 \leq 52$  кН, т.е. трещины не образуются.

### 5.1.7 Определение прогибов плиты

Прогибы определяем от действия постоянных нагрузок и усилия предварительного обжатия.

Предельно допустимое усилие  $[f_{\text{lim}}] = l \cdot l_0 / 200 = 0,029$  м = 2,9 см.

Кривизна плиты от действия постоянных нагрузок:

$$1 / r_2 = 2M_1 / 0,85E_b \cdot I_{\text{ред}};$$

$$1 / r_2 = 2 \cdot 37170 / 0,85 \cdot 30000 \cdot 96132,98 = 0,0003 \text{ м}^{-1};$$

Кривизна обусловленная выгибом от кратковременного действия усилия предварительного обжатия:

$$1 / r_3 = P_{02} \cdot e_0 / 0,85 E_b \cdot I_{\text{ред}} ;$$

$$1 / r_3 = 195000 \cdot 9,5 / 0,85 \cdot 30000 \cdot 96132,98 = 0,00007 \text{ м}^{-1},$$

Кривизна, обусловленная выгибом вследствие усадки и ползучести бетона от усилия предварительного обжатия:

$$1 / r_4 = (\varepsilon_b - \varepsilon'_b) / h_0,$$

где  $\varepsilon_b = \sigma_b / E_s; \varepsilon'_b = \sigma'_b / E_s; \sigma_b = \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9; \sigma'_b = \sigma_8; \varepsilon_b = 100,33 / 190000 = 0,0005;$

$$\varepsilon'_b = 35 / 190000 = 0,00018;$$

$$\sigma_b = 15,6 + 35 + 49,73 = 100,33 \text{ МПа};$$

$$\sigma'_b = 35 \text{ МПа};$$

$$1 / r_4 = (0,0005 - 0,00018) / 0,205 = 0,0016 \text{ м}^{-1}.$$

Полная кривизна плиты:  $1 / r = 1 / r_2 - 1 / r_3 - 1 / r_4,$

$$1 / r = 0,0003 - 0,00007 - 0,0016 = - 0,0014 \text{ м}^{-1}.$$

Прогиб плиты:  $f = (5 / 48) \cdot (1 / r) \cdot l^2_0 \leq [f_{\text{lim}}]$

$$f = (5 / 48) \cdot (- 0,0014) \cdot 5,83^2 = - 0,004 \text{ м} = - 0,4 \text{ см} < 2,9 \text{ см}, \text{ т.к. } f < [f_{\text{lim}}],$$

необходимо уменьшить величину преднапряжения.



## 5.2 Расчет и конструирование ригеля перекрытия

Нагрузка на ригель от многопустотных плит считается равномерно распределенной. Тип поперечного сечения ригеля изображен на рисунке 5.

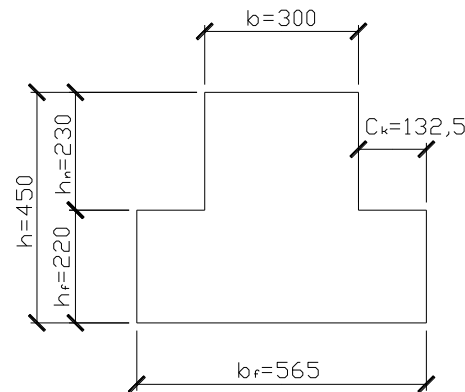


Рисунок 5– Поперечное сечение ригеля

Высота  $h$  и ширина  $b$  приняты равными:  $h = 450$  мм;  $b = 300$  мм;  $b_f = 565$  мм;  $h_f = 220$  мм;  $h_n = 230$  мм;  $C_k = 132,5$  мм.

Определение нагрузки на погонный метр:

$$q_1 = \left( \frac{1,1 \cdot 25 \cdot 0,22 \cdot (5,7 \cdot 1,2 + 5,7 \cdot 1,5 + 5,7 \cdot 0,325 + 5,7 \cdot 0,625 + 2 \cdot 2,7 \cdot 1,5 + 2,3 \cdot 0,95)}{2} + \frac{8,37 \cdot (5,7 \cdot (1,2 + 1,5 + 0,95)) + 2,7 \cdot 1,5 \cdot 2 + 0,95 \cdot 2,3}{2} \right) / 3,6 = 62,27 \text{ кН/м}$$

Расчетный пролет ригеля (рисунок 6):  $l_0 = l - b_k = 3600 - 240 = 3360$  мм, где  $l$  – пролет ригеля;  $b_k$  – ширина опирания ригеля.

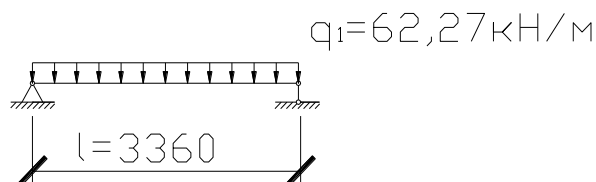


Рисунок 6 – Расчетная схема ригеля

Максимальные расчетные усилия в ригеле:

в пролете  $M = (q_1 \cdot l_0^2 / 8)$ ; на опорах  $Q = q_1 \cdot l_0 / 2$ ;

$$M = (62,27 \cdot 3,36^2 / 8) = 87,9 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q = 62,27 \cdot 3,36 / 2 = 104,6 \text{ кН}.$$

Назначаем вид бетона – тяжелый, класса В30. Призмечная прочность нормативная  $R_s = 365$  МПа, расчетная  $R_b = 17$  МПа. Коэффициент условий работы

бетона  $\gamma_b = 0,9$ , класс арматуры: продольной рабочей и отгибов А-III и поперечной А-I.

Нормативное сопротивление при растяжении  $R_{bt,ser} = 1,8$  МПа, расчетное сопротивление  $R_{bt} = 1,20$  МПа.

### 5.2.1 Расчет прочности нормальных сечений

1.  $R_b = 17$  МПа,  $R_s = 365$  МПа

2. Рабочая высота сечения  $h_0 = h - a$ ;  $h_0 = 45 - 5,5 = 39,5$  см, где  $h$  – высота сечения ригеля.

3. Определяем:  $A_0 = M / (\gamma_b \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2)$ ,

$$A_0 = 87,9 / (0,9 \cdot 17 \cdot 0,300 \cdot 0,395^2) \cdot 1000 = 0,066 \text{ мм}^2.$$

4. Находим  $\xi$  и  $\eta$  в зависимости от  $A_0$ .

$$A_0 = 0,066 \text{ мм}^2 \xi = 0,07 \quad \eta = 0,965.$$

5. Определяем  $\omega = 0,85 - 0,008 \cdot R_b \cdot \gamma_b = 0,85 - 0,008 \cdot 17 \cdot 0,9 = 0,73$

$$\xi_R = \omega_0 / [1 + R_s \cdot (1 - \omega_0 / 1,1) / 500];$$

$$\xi_R = 0,73 / [1 + 365 \cdot (1 - 0,73 / 1,1) / 500] = 0,59$$

6. Проверяем условие  $\xi < \xi_R$ ,  $0,07 < 0,59$ , условие выполняется.

7. Требуемая площадь продольной рабочей арматуры:

$$A_s = M / R_s \cdot \eta \cdot h_0 \cdot \gamma_{sb};$$

$$A_s = 47890 / (1,15 \cdot 365 \cdot 0,965 \cdot 39,5) = 2,99 \text{ см}^2.$$

8. Принимаем с запасом прочности 4Ø10 А-III ( $A_{s1} = 3,14 \text{ см}^2$ )

9. Процент армирования

$$\mu \% = A_s \cdot 100\% / b \cdot h_0 = 3,14 \cdot 100 / 30 \cdot 39,5 = 0,26.$$

Часть поперечной силы воспринимается отгибами:

$$Q_{inc} = A_{inc} \cdot R_s \cdot \sin \alpha,$$

где  $A_{inc}$  – площадь поперечного сечения отгибов ( $A_{inc} = 0,5 A_{s1}$ );  $R_s$  – расчетное сопротивление отгибов ( $R_s = 365$  МПа);  $\alpha$  – угол наклона отгибов,  $\sin \alpha = 0,707$  ( $\alpha = 45^\circ$ ).

$$Q_{inc} = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 365 \cdot 0,707 \cdot 100 = 40,51 \text{ кН.}$$

Поперечная сила, которая должна быть воспринята бетоном сжатой зоны и поперечной арматурой:

$$Q_1 = Q - Q_{inc},$$

$$Q_1 = 104,6 - 40,51 = 64,09 \text{ кН.}$$

### 5.2.2 Расчет прочности наклонных сечений

1.  $R_b = 17 \text{ МПа}$ ,  $R_{bt} = 1,2 \text{ МПа}$ ,  $R_{sw} = 360 \text{ МПа}$  – для арматуры класса

Вр-1,  $R_{sw} = 290 \text{ МПа}$  – для А – III;

2. Проверяем условие достаточной прочности наклонных сечений при действии главных сжимающих напряжений:  $Q \leq 0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$ ;

$$Q < 0,3 \cdot 17 \cdot 10^3 \cdot 0,300 \cdot 0,395 \cdot 0,9 = 544 \text{ кН,}$$

$64,09 < 544 \text{ кН}$  – условие выполняется.

3. Проверяем условие:  $Q \leq 0,6 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ ;

$$Q < 0,6 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,300 \cdot 0,395 \cdot 0,9 = 76,78 \text{ кН}$$

$64,09 < 76,78 \text{ кН}$  – условие выполняется.

Диаметр поперечных стержней устанавливаются из условия сварки с продольной арматурой  $d = 10 \text{ мм}$  и принимается равным  $d_{sw} = 3 \text{ мм}$  с площадью  $A_{sw} = 0,071 \text{ см}^2$ . При классе А-III  $R_{sw}$  равняется  $285 \text{ МПа}$ ; поскольку  $d_{sw} / d = 3 / 10 < < 1 / 3$ , вводится коэффициент условий работы  $\gamma_b = 0,9$ , и тогда  $R_{sw} = 0,9 \cdot 285 = 257 \text{ МПа}$ . Число каркасов 2, при этом  $A_{sw} = 2 \cdot 0,071 = 0,142 \text{ см}^2$ .

Шаг поперечных стержней: при  $h \leq 45 \text{ см}$   $S = 0,5h$  и  $S = 15 \text{ см}$ .

$S = 0,5 \cdot 45 = 22,5 \text{ см}$ . Принимаем шаг  $15 \text{ см}$ , в средних четвертях пролета шаг хомутов  $30 \text{ см}$ .

### 5.3 Расчет сборного железобетонного марша

Расчёт и конструирование железобетонного марша шириной  $1,35 \text{ м}$  для лестниц жилого дома. Высота этажа  $3,0 \text{ м}$ . Угол наклона марша  $\alpha = 30^\circ$ , ступени размером  $15 \times 30 \text{ см}$ . Бетон класса В25,  $R_b = 14,5 \text{ МПа}$ ,  $R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$ ,  $R_{b,ser} = 18,5 \text{ МПа}$ ,  $R_{bt,ser} = 1,6 \text{ МПа}$ ,  $E_b = 27000 \text{ МПа}$ , арматура каркасов класса А-III,  $R_s =$

= 280 МПа,  $R_{sw} = 215$  МПа, для сеток – Вр-I,  $R_s = 365$  МПа,  $R_{sw} = 265$  МПа, при  $d = 4$  мм.

### 5.3.1 Определение нагрузок и усилий

Собственный вес:  $g^n = 3,6$  кН/м<sup>2</sup> – горизонтальной проекции. Временная нормативная нагрузка:  $p^n = 3$  кН/м<sup>2</sup>, коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ ; длительно действующая временная нагрузка  $p_{ld}^n = 1$  кН/м<sup>2</sup>. Расчетная схема марша приведена на рисунке 6.

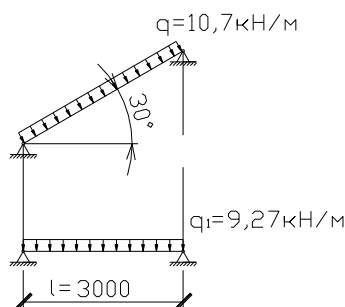


Рисунок 7 – Расчетная схема лестничного марша

Расчетная нагрузка на 1 м длины марша:

$$q = (g^n \gamma_f + p^n \gamma_f) a;$$

$$q = (3,6 \cdot 1,2 + 3 \cdot 1,2) \cdot 1,35 = 10,7 \text{ кН/м.}$$

Расчетный изгибающий момент в середине пролета марша:

$$M = \frac{ql^2}{8 \cos \alpha};$$

$$M = \frac{10,7 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,866} = 16,82 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Поперечная сила на опоре:

$$Q = q \cdot l / 2 \cos \alpha;$$

$$Q = 10,7 \cdot 3,0 / 2 \cdot 0,866 = 20,39 \text{ кН.}$$

### 5.3.2 Предварительное назначение размеров сечения марша

Применительно к типовым заводским формам назначаем толщину плиты (по сечению между ступени)  $h'_f = 30$  мм, высоту ребер (косоуров)  $h = 170$  мм,

толщину ребер  $b_r = 80$  мм. Действительное сечение марша заменяем на тавровое с полкой в сжатой зоне:  $b = 2b_r = 2 \cdot 80 = 160$  мм; ширину полки  $b'_f = 2(l/6) + b = 2(300 / 6) + 16 = 116$  см или  $b'_f = 12 h'_f + b = 12 \cdot 3 + 16 = 52$  см, принимаем за расчетное меньшее значение  $b'_f = 52$  см.

Нейтральная ось проходит в полке при условии:

$$M \leq R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 h'_f);$$

$$1682000 < 14,5 \cdot (100) \cdot 0,9 \cdot 52 \cdot 3(14,5 - 0,5 \cdot 3) = 2646540 \text{ Н}\cdot\text{см},$$

Условие удовлетворяется, следовательно, нейтральная ось проходит в полке. Расчет арматуры выполняем для прямоугольных сечений шириной  $b'_f = 52$  см.

Вычисляем:  $A_0 = M \cdot \gamma_n / R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot h_0^2;$

$$A_0 = 1682000 \cdot 0,95 / 14,5 \cdot (100) \cdot 0,9 \cdot 52 \cdot 14,5^2 = 0,112 \text{ мм}^2.$$

Находим  $\xi$  и  $\eta$  в зависимости от  $A_0$ .

$$A_0 = 0,112 \text{ мм}^2 \quad \xi = 0,12 \quad \eta = 0,94$$

Требуемая площадь продольной рабочей арматуры:  $A_s = M \cdot \gamma_n / R_s \cdot \eta \cdot h_0;$

$$A_s = 1682000 \cdot 0,95 / 280 \cdot (100) \cdot 14,5 \cdot 0,94 = 4,19 \text{ см}^2.$$

Принимаем 2 Ø 16 А-III,  $A_s = 4,02 \text{ см}^2$  (– 4 % допустимо). В каждом ребре устанавливаем по одному плоскому каркасу КР-1.

### 5.3.3 Расчет наклонного сечения на поперечную силу

Поперечная сила на опоре  $Q_{\max} = 20,39 \cdot 0,95 = 19,37$  кН.

Вычислим проекцию расчетного наклонного сечения на продольную ось:

$$V_b = \varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2;$$

где  $\varphi_n = 0;$   $\varphi_f = 2 \cdot 0,75 \cdot (3 h'_f) h'_f / b \cdot h_0;$   $\varphi_f = 2 \cdot 0,75 \cdot 3,3 \cdot 3,3^2 / 2 \cdot 8 \cdot 14,5 = 0,23$

$$(1 + \varphi_f + \varphi_n) = 1 + 0,23 = 1,23 < 1,5;$$

$$V_b = 2 \cdot 1,23 \cdot 1,05 \cdot 0,9 (100) \cdot 16 \cdot 14,5^2 = 7,8 \cdot 10^5 \text{ Н/см}.$$

В расчетном наклонном сечении  $Q_b = Q_{sw} = Q / 2,$

$Q_b = V_b/2,$   $c = V_b/0,5Q = 7,8 \cdot 10^5 / 0,5 \cdot 19370 = 80,5$  см, что больше

$2h_0 = 29$  см.

Тогда

$$Q_b = V_b / c = 7,8 \cdot 10^5 / 29 = 26,9 \text{ кН, что больше } Q_{\max} = 19,37 \text{ кН.}$$

Следовательно, поперечная арматура по расчету не требуется.

В 1 / 4 пролета назначаем из конструктивных соображений поперечные стержни  $d = 6$  мм из стали класса А-I, шагом  $s = 80$  мм,  $A_{sw} = 0,283 \text{ см}^2$ ,  $R_{sw} = 175$  МПа; для каркасов  $n = 2$ ,  $A_{sw} = 0,566 \text{ см}^2$ ;

$$\mu_w = 0,566 / 16 \cdot 8 = 0,0044; \alpha = E_s / E_b = 2,1 \cdot 10^5 / 2,7 \cdot 10^4 = 7,75.$$

Проверяем прочность элемента по наклонной полосе между наклонными трещинами:

$$Q \leq 0,3 \varphi_{wl} \cdot \varphi_{bl} \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0,$$

где  $\varphi_{wl} = 1 + 5\alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 7,75 \cdot 0,0044 = 1,17$ ;

$$\varphi_{bl} = 1 - 0,01 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 0,87;$$

$$Q = 19370 < 0,3 \cdot 1,17 \cdot 0,87 \cdot 14,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 14,5 (100) = 93000 \text{ Н.}$$

Условие соблюдается, прочность марша по наклонному сечению обеспечена.

Плиту марша армируем сеткой из стержней  $\varnothing 4$  Вр-I, расположенных с шагом  $S = 200$ .

Плита монолитно связана со ступенями, которые армируются по конструктивным соображениям, и ее несущая способность с учетом работы ступеней в начале обеспечена.

#### 5.4 Расчет светопропускаемой плиты покрытия

Выбор конструктивной схемы. Принимаем трехслойную плиту поточного изготовления с обшивками из плоских листов светопропускаемого стеклопластика толщиной 3 мм, высотой 130 мм. Пролет плиты 2,7 м, ширина 1,5 м.

Статический и конструктивный расчеты. Нагрузки указаны в таблице 4.

Собственная масса плиты:

– обшивки  $0,003 \cdot 2 \cdot 14 = 0,084 \text{ кН/м}^2$ ;

– средний гофрированный лист  $0,003 \cdot 1,3 \cdot 14 = 0,053 \text{ кН/м}^2$ ;

итого: постоянная  $q_{с.м}^H = 0,14 \text{ кН/м}^2$ ;  $q_{с.м} = 14 \cdot 1,1 = 0,16 \text{ кН/м}^2$ .

Снеговая нагрузка для 2 района  $p^H = p_{ок}$ ;

$$p_0 = 0,70 \text{ кН/м}^2, c = 1, k = (1,2 - 0,1v) \cdot 0,9 = (1,2 - 0,1 \cdot 4) \cdot 0,9 = 0,72;$$

$$p^H = 1 \cdot 0,70 \cdot 0,72 = 0,504$$

при  $q^H / p_0 = 0,14 / 0,70 = 0,2$   $n = 1,6$ .

Ветровая нагрузка для 2 района

$$p_0 = 0,30 \text{ кН/м}^2, p^H = p_0 c k = 0,30 \cdot 0,65 c = 0,195 c.$$

Таблица 4–Нагрузки на плиту,  $\text{кН/м}^2$

Наименование нагрузки	Нормативная	N	Расчетная
Собственная масса плиты	0,14	1,1	0,16
Снеговая	0,504	1,6	0,8064
Ветровая	0,195c	1,2	0,234c

Начальная температура плиты в предположении, что конструкция изготавливается в теплое время года,  $t_0^T = 0,8t_{вп} + 0,2t_1 = 0,8 \cdot 20 - 0,2 \cdot 10 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Геометрические характеристики. Сечение плиты расчлняем на отдельные участки. Условно принимаем площадь ребра, составленного из участка гофрированного среднего листа,  $F_p = F_2 + F_3$ .

Площадь ребра

$$F_p^{кр} = F_p^{сп} = 0,3 \frac{10,8 + 11,4}{2} + \frac{0,3 \cdot 11,8}{0,95} = 3,36 + 3,72 = 7,08 \text{ см}^2 = 7,08 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Момент инерции ребра

$$I_p^{кр} = I_p^{сп} = \frac{3,36}{2} 6,05^2 \cdot 2 + \frac{0,3 \cdot 11,8^3}{0,95 \cdot 12} = 166 \text{ см}^4 = 1,66 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4,$$

где  $\text{tg} \alpha = 124 / 40 = 3,1$ ;  $\alpha \approx 72^\circ$ ;  $\sin \alpha = 0,95$ ;  $\cos \alpha = 0,309$ .

Количество ребер, размещенных по ширине панели,  $i = 10$ :

$$\eta = 1 + \frac{i - 2}{2} = 1 + \frac{10 - 2}{2} = 5,$$

$$c = 13 - 0,3 = 12,7 \text{ см}, c_0 = 13 - 0,6 = 12,4 \text{ см}.$$

Отношения  $\nu_1 = \bar{E}_{1пр} / E_p^{кр} = 3040 / 3000 \approx 1$ ,  $\nu_2 = \bar{E}_{2пр} / E_p^{кр} = 3570 / 3000 = 1,19$ .

Верхняя обшивка подвержена атмосферным воздействиям. Для средней полосы страны находим коэффициент  $m_t = 0,75$  к расчетным сопротивлениям и

$m_t = 0,85$  к модулю упругости.

По таблице 4 для полиэфирного стеклопластика  $E = 3000$  МПа,  $\mu = 0,4$ ,  
 $\alpha = 15 \cdot 10^{-6}$ .

Тогда

$$\bar{E}_1 = 0,85 \cdot 3000 = 2550 \text{ МПа}, \bar{E}_2 = 3000 \text{ МПа},$$

$$\bar{E}_{1\text{пр}} = \frac{2550}{1 - 0,4^2} = 3040 \text{ МПа},$$

$$\bar{E}_{2\text{пр}} = \frac{3000}{1 - 0,4^2} = 3570 \text{ МПа},$$

По уравнению

$$I = 2 \cdot 5 \frac{166}{144} + \frac{5 \cdot 7,08}{144} (1 \cdot 0,3 + 1,19 \cdot 0,3) + \frac{2 \cdot 1 \cdot 1,19 \cdot 0,3 \cdot 0,3}{2(2 \cdot 5 \frac{7,08}{144} + 1 \cdot 0,3 + 1,19 \cdot 0,3)} 12,7^2 = 37,62 \text{ см}^4 = \\ = 3,762 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4.$$

Тип плиты определяем по формуле табл. 34.

$$\text{Если } \frac{3000 \cdot 166 \cdot 10}{3040 \cdot 26,38 \cdot 144} = 0,43 > 0,8 \frac{18}{300} = 0,04 \text{ – плита относится к I типу.}$$

Момент инерции обшивок

$$I = \frac{0,3 \cdot 0,3 \cdot 12,7^2}{\frac{3040}{3570} 0,3 + 0,3} = 26,38 \text{ см}^4 = 2,638 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4.$$

По формуле

$$H_1 = \frac{5 \frac{7,08}{144} + 1,19 \cdot 0,3}{2 \cdot 5 \frac{7,08}{144} + 1 \cdot 0,3 + 1,19 \cdot 0,3} 12,7 = 6,63 \text{ см} = 0,0663 \text{ м},$$

$$H_2 = 12,7 - 6,63 = 6,07 \text{ см} = 0,0607 \text{ м}.$$

По формуле

$$W_1 = \frac{37,62}{1(6,63 + \frac{0,3}{2})} = 5,55 \text{ см}^3 = 5,55 \cdot 10^{-6}, W_2 = \frac{37,62}{1,19(6,07 + \frac{0,3}{2})} = 5,08 \text{ см}^3 = \\ = 5,08 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$



Усилия и напряжения от расчетных нагрузок рассчитываются по формулам:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{2,7^2}{8}q = 1,1250q \text{ кН}\cdot\text{м}, Q_{\max} = \frac{ql}{2} = \frac{2,7}{2}q = 1,50q \text{ кН}.$$

Нормальные напряжения в обшивках по уравнению

$$\sigma_1 = -\frac{1,1250}{5,55}q = -0,2027q \text{ кН/м}^2, \sigma_2 = \frac{1,1250}{5,08}q = 0,2215q \text{ кН/м}^2.$$

Сдвигающие напряжения в ребрах по формуле

$$\tau_p = \frac{1,50q \cdot 144}{2 \cdot 5 \cdot 12,7 \cdot \frac{0,3}{0,95}} = 0,539q \text{ кН/м}^2,$$

где  $\omega = 1$ .

Сдвигающие усилия в соединениях ребер с обшивками по уравнению

$$T_1 = \frac{1,50q \cdot 144 \cdot 0,3 \cdot 6,63}{2 \cdot 5 \cdot 37,62} = 1,14q, T_2 = \frac{1,50q \cdot 144 \cdot 0,3 \cdot 6,07}{2 \cdot 5 \cdot 37,62} = 1,05q$$

Усилия и напряжения от температурных воздействий. Находим следующие величины:

$$\bar{\Delta}^t = \Delta^t_p = \alpha(\bar{t} - t_0) = 15 \cdot 10^{-6}(\bar{t} - t_0)$$

Для упрощения вычислений принимают

$$\nu_2 = \nu_1 = 1, \eta \frac{F_p^{kp}}{b} = 5 \frac{7,08}{144} = 0,24, (1 + \bar{\mu}) = 1 + 0,4 = 1,4.$$

По графику  $\gamma_1 = -0,18, \gamma_2 = 0,14$ .

Из формулы

$$\varepsilon^N = \frac{0,24(\bar{\Delta}_1 + \bar{\Delta}_2) + 1,4 \cdot 0,3\bar{\Delta}_1 + 1,4 \cdot 0,3\bar{\Delta}_2}{2 \cdot 0,24 + 0,3 + 0,3} = 9,3 \cdot 10^{-6}(\bar{t}_1 + \bar{t}_2 - 2t_0).$$

По уравнению

$$\begin{aligned} \varepsilon^{M_1} &= \frac{6,63 + \frac{0,3}{2}}{37,62} [(-0,18\bar{\Delta}_1 + 0,14\bar{\Delta}_2)0,24 \cdot 12,7 - 1,4 \cdot 0,3 \cdot 6,63\bar{\Delta}_1 + \\ &+ 1,4 \cdot 0,3 \cdot 6,07\bar{\Delta}_2] = [8(\bar{t}_2 - t_0) - 9(\bar{t}_1 - t_0)]10^{-6}, \\ \varepsilon^{M_2} &= [7,35(\bar{t}_2 - t_0) - 8,25(\bar{t}_1 - t_0)]10^{-6}. \end{aligned}$$

Характеристика плиты по формуле

$$\lambda_1 = 4,9 \cdot 12,7 \sqrt{\frac{5 \cdot 1071 \cdot 0,3}{(3040 + 3570)0,3^3 \cdot 144 \cdot 12,4}} = 4,41, \text{ где}$$

$$G_p = \frac{E_p}{2(1 + \mu)} = \frac{3000}{2(1 + 0,4)} = 1071 \text{ МПа.}$$

При  $\lambda_1 = 4,41 \cdot 300 = 1460$  и  $x/l = 0$ ;  $\varphi_2 = 1$ .

Подставляя полученные выражения в формулы, находим напряжения и усилия:

$$\bar{\sigma}'_1 = (1,3\bar{t}_2 - 2,7\bar{t}_1 + 1,4t_0)3040 \cdot 10^{-6},$$

$$\bar{\sigma}'_2 = (-4,35\bar{t}_2 + 1,05\bar{t}_1 + 3,3t_0) \cdot 3570 \cdot 10^{-6},$$

$$\sigma'_{p1} = (1,59\bar{t}_2 + 2,94\bar{t}_1 - 4,53t_0)3000 \cdot 10^{-6},$$

$$\sigma'_{p2} = (1,28\bar{t}_2 + 1,47\bar{t}_1 - 2,76t_0)3000 \cdot 10^{-6},$$

$$\tau'_{p} = (\bar{t}_1 - \bar{t}_2)410,9 \cdot 10^{-6},$$

$$T' = (\bar{t}_1 - \bar{t}_2)123,3 \cdot 10^{-6}.$$

Проверка прочности элементов плиты. Критическое напряжение по формуле

$$\bar{\sigma}_{кр} = k_{кр} \bar{E}_{np} \left(\frac{\delta}{a}\right)^2 = 3,3 \cdot 3040 \left(\frac{0,3}{18}\right)^2 = 2,786 \text{ МПа,}$$

где  $k_{кр}$  определяется в зависимости от отношения  $a_1/a = 300/18 = 16,6 > 1,8$ ,

$$k_{кр} = 3,3.$$

Поскольку  $\bar{\sigma}_1 = -2,139 + 0,129 = -2,064$  МПа  $< \bar{\sigma}_{кр} = 2,786$  МПа, проверку прочности обшивок производим по формулам. По выражению при  $a/l = 18/300 = 0,06 > 0,05$

$$k_1 = \nu_1 + 0,24\eta \frac{E_p^{кр} F_p^{кр}}{\bar{E}_{np} \delta \cdot b} \leq 1$$

$$k_1 = 0,697 + 0,24 \cdot 5 \frac{3000 \cdot 7,08}{3040 \cdot 0,3 \cdot 144} = 1,15 > 1,$$

где  $\nu_1 = 0,97$  по графику;  $k_1 = 1$ .

Прочность растянутой обшивки по формуле

$$\bar{\sigma}_2 = \bar{\sigma}^q_2 + \bar{\sigma}^t_2 = 2,397 - 0,114 = 2,283 \text{ МПа} < R_p = 15 \text{ МПа}.$$

Прочность сжатой обшивки

$$\bar{\sigma}_1 = \bar{\sigma}^q_1 + \bar{\sigma}^t_1 = -2,064 \text{ МПа} < m_f \cdot R_c = 0,75 \cdot 15 = 11,25 \text{ МПа}.$$

Прочность ребер панели по формулам

$$\sigma_p = \frac{E_p}{E_{np}} \cdot \frac{2H - \delta}{2H + \delta} \bar{\sigma}^q + \sigma^t_p \leq R_c; R_p;$$

$$\tau_\kappa \leq R_{cp};$$

$$\sigma_{p.э\kappa\sigma} = \sqrt{\sigma_p^2 + 4\tau_p^2} \leq R_c; R_p;$$

$$\sigma_{p1} = -\frac{3000}{3040} \cdot \frac{2 \cdot 6,63 - 0,3}{2 \cdot 6,63 + 0,3} 2,193 - 1,05 = -2,173 \text{ МПа} < 15 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{p2} = \frac{3000}{3570} \cdot \frac{2 \cdot 6,07 - 0,3}{2 \cdot 6,07 + 0,3} 2,397 + 0,16 = 2,413 \text{ МПа} < 15 \text{ МПа},$$

$$\tau_p = 0,583 - 0,007 = 0,576 \text{ МПа} < R_{cp} = 9 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{p.э\kappa\sigma} = \sqrt{2,68^2 + 4 \cdot 0,576^2} = 2,92 \text{ МПа} < 15 \text{ МПа}.$$

Прочность клеевого соединения ребер с обшивками по формуле

$$\tau_\kappa = \frac{T}{b_\kappa} \leq R_{cp},$$

где  $b_\kappa$  – ширина клеевого шва;

$$\tau_\kappa = \frac{1,23 - 0,03}{10,8} = 0,011 \text{ МПа} < 2 \text{ МПа}.$$

Прочность верхней обшивки при действии кратковременной сосредоточенной нагрузки  $P = 1$  кН находим по выражениям:

а) при  $a/\delta \leq 1,52\sqrt{E_{np}/p_m}$

$$\bar{\sigma}_H = \beta_1 p_m \left(\frac{a}{\delta}\right)^2 \leq R_H,$$

б) при  $a/\delta > 1,52\sqrt{E_{np}/p_m}$

$$\bar{\sigma}_p = \beta_3 u \bar{E}_{np} \left(\frac{\delta}{a} + \beta_2 u\right) \leq R_p,$$

где  $u = \sqrt{p_m a / \bar{E}_{np} \delta}$ ;  $p_m$  – интенсивность сосредоточенной нагрузки (масса человека с инструментом, приложенная на площадке  $10 \times 10$  см),  $p_m = 0,12$  МПа.

Вычисляем,  $a / \delta = 18 / 0,3 = 60$ ;  $1,52 \sqrt[4]{3040/0,12} = 19,2$ . Получая  $60 > 19,2$ , пользуемся формулой (б). Определяем коэффициенты  $\beta_2$  и  $\beta_3$ : при  $a / a_1 = 18 / 300 = 0,06$   $\beta_2 = 0,19$ ,  $\beta_3 = 1,7$ .

Определяем

$$u = \sqrt[3]{\frac{0,12 \cdot 18}{3040 \cdot 0,3}} = 0,13$$

Тогда

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_p &= 1,7 \cdot 0,13 \cdot 3040 \left( \frac{0,3}{18} + 0,18 \cdot 0,13 \right) = \\ &= 26,2 \text{ МПа} < R^k_p = 36 \cdot 0,75 = 27 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Прогиб плиты. Изгибная жесткость плиты (при  $\bar{\sigma}^n_1 < \bar{\sigma}_{кр}$ ) по формуле

$$\begin{aligned} D &= E_p^{kp} I, \\ D &= 3000 \cdot 3,762 \cdot 10^{-7} = 1,1286 \cdot 10^{-3} \text{ кН} \cdot \text{м}^2. \end{aligned}$$

Прогибы плиты от нормативных нагрузок по уравнению

$$\begin{aligned} f^q_{\text{макс}} &= \frac{5q^n l^4}{384D} = 0,013 \frac{q^n l^4}{D}, \\ f^q &= 0,013 \frac{q^n 2,7^4}{1,128} = 0,934 q^n. \end{aligned}$$

Прогибы плиты от нормативных температурных воздействий по формуле

$$f^t_{\text{макс}} = \frac{0,125l^2}{I} \left[ (\gamma_1 \bar{\Delta}'_1 + \gamma_2 \bar{\Delta}'_2) \eta \frac{F_p^{kp}}{b} c_0 - \bar{\Delta}'_1 (1 + \bar{\mu}_1) \nu_1 \delta_1 H_1 + \bar{\Delta}'_2 (1 + \bar{\mu}_2) \nu_2 \delta_2 H_2 \right]$$

где  $\gamma_1, \gamma_2$  находятся по [16] ( рисунок 30).

$$\begin{aligned} f^t &= \frac{0,125 \cdot 2,7^2}{3,762 \cdot 10^{-7}} (-0,18 \bar{\Delta}'_1 + 0,14 \bar{\Delta}'_2) 0,24 \cdot 12,4 - 1,4 \cdot 0,3 \cdot 6,63 \bar{\Delta}'_1 + \\ &+ 1,4 \cdot 1,19 \cdot 0,3 \cdot 6,07 \bar{\Delta}'_2 = (10,29 \bar{t} - 9,9 \bar{t}_1 - 0,39 \bar{t}_0) 1495 \cdot 10^{-6}. \end{aligned}$$

Жесткость плиты проверяем по формуле

$$\begin{aligned} \frac{f_{\text{макс}}}{l} &= \frac{f^q_{\text{макс}} + f^t_{\text{макс}}}{l} \leq \frac{1}{250}, \\ \frac{f}{l} &= \frac{0,65 + 0,27}{270} = \frac{1}{293} < \frac{1}{250} \end{aligned}$$

## 5.5 Расчет монолитного ростверка

Сваи сечением  $300 \times 300$  мм.

Несущая способность свай:

$$N_{свай} = 800 \text{ кН.}$$

Определяем расстояние между осями свай:

$$L_{свай} = \frac{N_{свай}}{N_{max}} = \frac{800}{1137} = 0,7 \text{ м}$$

Принимаем между осями свай 0,9м. Размеры ростверка:  $b \times h = 1,4 \times 0,4$

А. Определение усилий в ростверке от эксплуатационных нагрузок

Расчетная нагрузка на уровне низа ростверка

$$q_0 = N_{max} + \text{вес ростверка} = 1137 + 1,4 \cdot 0,4 \cdot 25 = 1151 \text{ (кН/м)}$$

Модуль упругости бетона ростверка

$$E_p = 2,35 \cdot 10^4 \text{ МПа}$$

Момент инерции ростверка равен:

$$I_p = \frac{b_p h_p^3}{12} = \frac{1,4 \cdot 0,4^3}{12} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4$$

Модуль упругости бетонных блоков.

$$E_g = 1,63 \cdot 10^4 \text{ МПа}$$

По формуле (2) [15] вычисляем длину полуоснования эпюры нагрузки:

$$a = 3,143 \sqrt{\frac{E_p I_p}{E_b b_k}} = 3,143 \sqrt{\frac{2,35 \cdot 10^4 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}}{1,63 \cdot 10^4 \cdot 0,6}} = 0,822 \text{ м}$$

Расстояние между сваями в свету  $L_{св.}$  и расчетный пролет ростверка  $L_p$  соответственно равны:  $L_{св.} = 0,9 - 0,3 = 0,6 \text{ м}$  и  $L_p = 1,05 \cdot L_{св.} = 1,05 \cdot 0,6 = 0,63 \text{ м}$ .

Так как  $a = 0,822 \text{ м} > L_{св.} = 0,63 \text{ м}$ , опорный и пролетный моменты:

$$M_{он} = \frac{-q_0 L_p^2}{12} = \frac{-1151 \cdot 0,63^2}{12} = -38,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{пр} = \frac{q_0 L_p^2}{24} = \frac{1151 \cdot 0,63^2}{24} = 19 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Поперечную силу определяем по формуле:

$$Q_{он} = \frac{q_0 L_p}{2} = \frac{1151 \cdot 0,63}{2} = 362,6 \text{ кН.}$$

Далее ведем расчет ростверка, как изгибаемого элемента в соответствии с [9].

$$b_p = 1400 \text{ мм.} \quad h_p = 400 \text{ мм.} \quad a = 40 \text{ мм.} \quad \gamma_{b_2} = 0,9.$$

Бетон тяжелый класса В15 ( $R_g = 7,5 \text{ МПа.}$ ), арматура класса А–III

$$(R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа.}).$$

Определяем площадь сечения продольной арматуры:

$$h_0 = 400 - 40 = 360 \text{ мм.}$$

Подбор продольной арматуры производим согласно п.3.18 [9]. По формуле (22) [9] вычисляем значение

$$\alpha_m = \frac{M_{on}}{R_b b h_0^2} = \frac{38,1 \cdot 10^6}{7,7 \cdot 1400 \cdot 400^2} = 0,016$$

Из табл. 18 [9] для элемента из бетона класса В15 с арматурой класса А-III при  $\gamma_{b_2} = 0,9$  находим  $\alpha_R = 0,440$ .

Так как  $\alpha_m = 0,016 < \alpha_R = 0,440$ , сжатая арматура по расчету не требуется.

Из табл. 20 [9] при  $\alpha_m = 0,016$  находим  $\xi = 0,992$ .

Требуемая площадь сечения растянутой арматуры определим по формуле (23) [9]:

$$A_s = \frac{M}{R_s \xi h_0} = \frac{38,1 \cdot 10^6}{365 \cdot 0,992 \cdot 360} = 216,3 \text{ мм}^2$$

Принимаем 7 Ø 12 ( $A_s = 393 \text{ мм}^2$ ).

Подберем арматуру в пролете:

$$\alpha_m = \frac{M_{np}}{R_b b h_0^2} = \frac{19 \cdot 10^6}{7,7 \cdot 1400 \cdot 400^2} = 0,008$$

Из табл. 18 [9] для элемента из бетона класса В15 с арматурой класса А-III при  $\gamma_{b_2} = 0,9$  находим  $\alpha_R = 0,995$ .

Так как  $\alpha_m = 0,008 < \alpha_R = 0,440$ , сжатая арматура по расчету не требуется.

Из табл. 20 [9] при  $\alpha_m = 0,008$  находим  $\xi = 0,995$ .

Требуемая площадь сечения растянутой арматуры определим по формуле (23) [9]:

$$A_s = \frac{M}{R_s \xi h_0} = \frac{19 \cdot 10^6}{365 \cdot 0.995 \cdot 360} = 107,8 \text{ мм}^2$$

Принимаем 7 Ø 12 ( $A_s = 393 \text{ мм}^2$ ).

## 6 ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

### 6.1 Анализ инженерно – геологических условий

По результатам выполненных инженерно – геологических изысканий толща грунтов основания проектируемого здания до разведанной глубины (16.0 м) является неоднородной и в ее пределах выделено 7 инженерно – геологических элементов.

Исходя из сложности инженерно – геологических условий, на исследуемом участке для проектируемого 14 – этажного здания возможно применение фундаментов свайного типа.

Несущую способность забивных железобетонных свай по суглинкам ИГЭ – 5 необходимо определять при полном водонасыщении с показателем текучести не менее 0.4.

Расчетные значения характеристик грунтов выделенных ИГЭ представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики грунтов.

№ ИГЭ	Номенклатурный вид грунта	Удельн. вес (плотность) т/м <sup>3</sup>	Модуль деформации, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Параметры среза	
				сцепление КПа (кгс/см <sup>2</sup> )	угол вн. трения град.
1	Насыпной грунт	1,15	–	–	–
2	Почва	1,5	–	–	–
3	Песок мелкий, рыхлый	1,65	–	–	–
4	Песок мелкий, плотный	1,9	33(330)	3,0(0,03)	34
5	Суглинок твердый	1,84	12(120)	23,0(0,23)	22
6	Песок пылеватый, плотный	1,85	28(280)	6,0(0,06)	34

Грунтовые воды на глубину разведки на период бурения не вскрыты.



## 6.2 Анализ надфундаментной части

Нагрузки на здание представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup>

№ п/п	Вид нагрузки	Норм. кг/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Расч. кг/м <sup>2</sup>	Тип
1. Покрытие					
1	2 слоя линокрома $2 \cdot 5,0 = 10$	10	1,3	13	
2	Цементная армированная стяжка – 40 мм, ( $\gamma = 2200 \text{ кг/м}^3$ ) $0,04 \cdot 2200 = 88$	88	1,3	114,4	
3	Керамзитовый гравий ( $\gamma = 550 \text{ кг/м}^3$ ) 200 мм $0,2 \cdot 550 = 110$	110	1,3	143	
4	Пенополистирол ( $\gamma = 16,2 \text{ кг/м}^3$ ) 100 мм $0,1 \cdot 16,2 = 1,62 \approx 2$	2	1,3	2,6	
5	Пароизоляция – 1 слой рубероида	5	1,3	7,0	
6	Плита перекрытия ж/б пустотная – 220 мм	318	1,1	350	
	Итого:			630	
7	Снеговая нагрузка с учетом снеговых мешков от парапета: $S_0 = 70; S = 70; 2 = 140 \cdot 1,25 = 175$ (схема № 10, СНиП 2.01.07-85)	140 (160)	1,4 1,4	196 (224)	
	Всего:			826 (834)	
2. Чердачное перекрытие					
1	Цементно-песчаная стяжка ( $\gamma = 1800 \text{ кг / м}^3$ ) 30 мм $0,03 \cdot 1800 = 54$	54 318	1,3 1,1	70 350	
2	Ж/б плита пустотная				

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Вид нагрузки	Норм. кг/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Расч. кг/м <sup>2</sup>	Тип
	Итого:			420	
3	Временная нагрузка на чердачное перекрытие	70	1,3	91	
	Всего:			511	
3. Машинное отделение					
1	Цементно-песчаная стяжка ( $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ ) 50 мм (100 мм)	90 (180)	1,3	117 (234)	
2	$0,05 \cdot 1800 = 90$ Ж/б плита пустотная	318	1,1	350	
	Итого:			467 (584)	
3	Временная нагрузка	500	1,2	600	
	Всего:			1067 (1184)	
4. Лоджии					
1	Цементно-песчаная стяжка ( $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ ) 40 мм	72	1,3	94	
2	$0,04 \cdot 1800 = 72$	318	1,1	350	
3	Ж/б плита пустотная Ограждение лоджии $0,12 \times 1900 = 228$	228	1,1	251	
	Всего:			695	
5. Лестничные клетки					
1	Бетон мозаичного состава – 60 мм $0,06 \cdot 2400 = 144$	144	1,3	187	
2	От с.в. лестничных маршей $(2300 \cdot 2) / (2,4 \cdot 5,7) = 336$	336	1,1	370	
	Всего:			557	
6. Стены подвала					
1	Монолитный бетон 400 мм $0,4 \cdot 2400 = 960$	960	1,1	1056	
2	Монолитный бетон 500 мм $0,5 \cdot 2400 = 1200$	1200	1,1	1220	

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Вид нагрузки	Норм. кг/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Расч. кг/м <sup>2</sup>	Тип
7. Ростверк					
1	Монолитный железобетон 600 мм $0,6 \cdot 2500 = 1500$	1500	1,1	1650	
8. Временные нагрузки					
Коэффициент сочетания временных нагрузок для фундаментов ( $n = 7$ )					
1	Квартиры	94,5	1,3	123	
2	Лестницы, холлы, проходы $300 \cdot 0,69 = 189$	189	1,2	227	
3	Лоджии $400 \cdot 0,63 = 252$	252	1,2	303	
9. Стены наружные					
1	Внутренний слой 510 мм $0,51 \cdot 1900 = 969$	969	1,1	1066	
2	Штукатурка с 2-х сторон 20 мм $0,02 \cdot 1800 \cdot 2 = 72$	72	1,3	94	
3	Наружный слой – 120 мм $0,12 \cdot 1900 = 228$	228	1,1	251	
4	Утеплитель пеноизолу ( $\gamma = 25 \text{ кг/м}^3$ ) – 100 мм $0,1 \cdot 25 = 2,5 \approx 3$	3	1,3	4	
	Всего:			1415	
1	Внутренний слой – 380 мм $0,38 \cdot 1900 = 722$	722	1,1	795	
2-4	Аналогично предыдущему	303		349	
10. Стены внутренние					
1	Стена – 510 мм $0,51 \cdot 1900 = 969$	969	1,1	1066	
2	Штукатурка с 2-х сторон – 20 мм $0,02 \cdot 1800 \cdot 2 = 72$	72	1,3	94	

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Вид нагрузки	Норм. кг/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Расч. кг/м <sup>2</sup>	Тип
	Всего:			1415	
1	Стена – 380 мм $0,38 \cdot 1900 = 722$	722	1,1	795	
2	Штукатурка с 2-х сторон – 20 мм $0,02 \cdot 1800 \cdot 2 = 72$	72	1,3	94	
	Всего:			1415	
1	Перегородка – 90 мм $0,09 \cdot 1900 = 171$	171	1,1	188	
2	Штукатурка с 2-х сторон – 20 мм $0,02 \cdot 1800 \cdot 2 = 72$	72	1,3	94	
	Всего:			282	
11. Постоянные нагрузки на перекрытия					
Так как нагрузка на перекрытия над техподпольем незначительно выше нагрузки на типовом этаже, принимаем ее одинаковую для всех перекрытий по нагрузке 1 этажа					
1	1. В квартирах (кроме СУ)				
2	Линолеум $1100 \cdot 0,05$	6	1,3	8	
	Цементная армированная стяжка – 40 мм, ( $\gamma = 2200 \text{ кг/м}^3$ ) $0,04 \cdot 2200 = 88$	88	1,3	115	
3	Пароизоляция – 1 слой рубероида	5	1,3	7	
4	Пенополистерол ( $\gamma = 16,2 \text{ кг/м}^3$ ) – 50 мм $0,05 \cdot 16,2 = 0,83 \approx 1$	1	1,3	2	
5	Плита перекрытия ж/б пустотная – 220 мм	318	1,1	350	
	Всего:	418		482	

Окончание таблицы 6

№ п/п	Вид нагрузки	Норм. кг/м <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Расч. кг/м <sup>2</sup>	Тип
1	2. В санузлах; мусорокамере Керамическая плитка по слою цементно-песчаного р-ра $0,03 \cdot 2100 = 63$	63	1,3	82	
2	Цементная армированная стяжка – 40 мм, ( $\gamma = 2200 \text{ кг/м}^3$ ) $0,04 \times 2200 = 88$	88	1,3	115	
3	Пенополистерол ( $\gamma = 16,2 \text{ кг/м}^3$ ) – 50 мм $0,05 \cdot 16,2 = 0,83 \approx 1$	1	1,3	2	
4	Плита перекрытия ж/б пустотная – 220 мм	318	1,1	350	
	Всего:	470		549	
1	3. В тамбурах, внеквартирных коридорах, вестибюле Бетон мозаичного состава – 20 мм $0,02 \cdot 2400 = 48$	48	1,3	63	
2	Цементная армированная стяжка – 40 мм, ( $\gamma = 2200 \text{ кг/м}^3$ ) $0,04 \cdot 2200 = 88$	88	1,3	115	
3	Пароизоляция – 1 слой рубероида	5	1,3	7	
4	Пенополистерол ( $\gamma = 16,2 \text{ кг/м}^3$ ) – 50 мм $0,05 \cdot 16,2 = 0,83 \approx 1$	1	1,3	2	
5	Плита перекрытия ж/б пустотная – 220 мм	318	1,1	350	
	Всего:	97,4 тс		113,7 тс	

### 6.3 Проектирование свайного фундамента

Определим несущую способность сваи по материалу:

$$N = \varphi(\gamma_c \gamma_m R_b A_b + \gamma_a R_s A_s)$$

Коэффициент  $\varphi$  принимаем равный 1.

В качестве материалов для свай принимаем: бетон класса В20 ( $R_b = 11,5 \text{ МПа}$ ); арматуру  $4\varnothing 16 \text{ АШ}$  ( $A_s = 8,04 \text{ см}^2$ ) и ( $R_{sc} = 365 \text{ МПа}$ )

$$A_b = 0,3^2 \text{ м}^2$$

$$N = (1 \cdot 1 \cdot 11,5 \cdot 10^3 \cdot 0,09 + 365 \cdot 10^3 \cdot 8,04 \cdot 10^{-4}) = 1328,46 \text{ кПа.}$$

Определим несущую способность по грунту:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i)$$

где  $\gamma_c = 1$  – коэффициент условия работы;  $R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи [3] табл.1 ;  $R = 1467$  кПа;  $A$  – площадь операния сваи на грунт  $A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$ ;  $u$  – наружный периметр поперечного сечения сваи  $u = 4 \cdot 300 = 1200$  мм;  $f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа [3], табл. 2;  $h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;  $\gamma_{cr}, \gamma_{cf}$  – коэффициенты условия работы грунта по табл. 3 [3];  $\gamma_{cr} = 1$ ;  $\gamma_{cf} = 1,0$

$h_1 = 0,8$ м	$f_1 = 23$ кПа
$h_2 = 0,8$ м	$f_2 = 31$ кПа
$h_3 = 0,9$ м	$f_3 = 30,5$ кПа
$h_4 = 0,9$ м	$f_4 = 34,5$ кПа
$h_5 = 2,0$ м	$f_5 = 61,3$ кПа
$h_6 = 2,0$ м	$f_6 = 66,7$ кПа
$h_7 = 1,5$ м	$f_7 = 44,5$ кПа

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 1467 \cdot 0,09 + 1,2(1 \cdot 23 \cdot 0,8 + 1 \cdot 31 \cdot 0,8 + 1 \cdot 30,5 \cdot 0,9 + 1 \cdot 34,5 \cdot 0,9 + 1 \cdot 61,3 \cdot 2 + 1 \cdot 66,7 \cdot 2 + 1 \cdot 44,5 \cdot 1,5)) = 641,37 \text{ кПа}$$

#### 6.4 Расчет осадок свайного фундамента

В виду сложности расчетов свайного фундамента, расчеты ведутся на условный фундамент. Расчет осадка фундамента приведен в таблице 7.

Определим границы условного фундамента:

$$\varphi_{II,mi} = \frac{\sum \varphi_{II,i} * h_i}{\sum h_i},$$

где  $\varphi_{II,mt}$  – расчетные значения углов внутреннего трения для отдельных пройденных сваями слоев грунта, толщиной  $h_i$ ;  $\sum h_i$  – глубина погружения свай в грунт

$$\varphi_{II,mt} = \frac{34 \cdot 1,8 + 22 \cdot 4 + 34 \cdot 1,5}{1,6 + 1,8 + 4 + 1,5} = 22,5^\circ$$

$$\varphi_{II,mt} / 4 = 22,5^\circ / 4 = 5,6^\circ$$

Размеры подошвы условного фундамента при определении его границ:

$$b_y = a_b(m_b - 1) + d + 2c = 0,9(2 - 1) + 0,3 + 2 \cdot 0,87 = 2,94 \text{ м}$$

$$l_y = 1,0 \text{ м}$$

где  $a_b$  – расстояние между осями свай по поперечным осям, м;  $m_b$  – количество рядов свай по ширине фундамента;  $d$  – сторона сечения свай, м;

$$c = h \cdot \text{tg}(\varphi_{II,mt} / 4) = 8,9 \cdot \text{tg}5,9 = 0,87 \text{ м}$$

Найдем среднее фактическое давление под подошвой условного фундамента:

$$P = \frac{(F_{V,II} + G_{P,II} + G_{CB,II} + G_{ГР,II})}{BL},$$

где  $F_{V,II} = 2 \cdot 1137 = 2274$  кПа (расчетная нагрузка на сваи);

$$G_{P,II} = 1,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 25 = 15 \text{ кПа (вес ростверка);}$$

$$G_{CB,II} = 2 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 9 \cdot 25 = 40,5 \text{ кПа (вес свай);}$$

$$G_{ГР,II} = 1 \cdot 2,94 \cdot 1,6 \cdot 16,5 + 1 \cdot 2,94 \cdot 1,8 \cdot 19 + 1 \cdot 2,94 \cdot 4,0 \cdot 18,4 + 1 \cdot 2,94 \cdot 1,5 \times \\ \times 18,5 = 476,13 \text{ кПа (вес грунта)}$$

$$BL = 1 \cdot 2,94 = 2,94 \text{ м.}$$

$$P = \frac{2274 + 15 + 40,5 + 476,13}{2,94} = 691,03 \text{ кПа/м}$$

Принимаем толщину элементарного слоя 0,5 м т.к.  $0,2b = 0,58$  м.

Расчет напряжений, осадки грунта и построение эпюр производим аналогично с расчетом фундамента мелкого заложения.

Вертикальные нормальные напряжения от собственного веса грунта

$$\sigma_{zgi} = \sum_{i=1}^n \gamma_{II,i} \cdot h_i,$$

где  $\sigma_{Zg_i}$  – вертикальные нормальные напряжения от собственного веса грунта;  $\gamma_{II,i}$  – расчетный удельный вес грунта;  $h_i$  – очередной слой грунта (толщина пласта).

$$\sigma_{Zg1} = \gamma_{II,1} \cdot h_1 = 16,5 \cdot 1,6 = 26,4 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{Zg2} = \sigma_{Zg1} + \gamma_{II,2} \cdot h_2 = 26,4 + 19 \cdot 1,8 = 60,6 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{Zg3} = \sigma_{Zg2} + \gamma_{II,3} \cdot h_3 = 60,6 + 18,4 \cdot 4 = 134,2 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{Zg4} = \sigma_{Zg3} + \gamma_{II,4} \cdot h_4 = 134,2 + 18,5 \cdot 9,5 = 309,95 \text{ кПа}.$$

$$0,2 \cdot \sigma_{Zg1} = 5,28 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{Zg2} = 12,12 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{Zg3} = 26,84 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{Zg4} = 61,99 \text{ кПа}.$$

Величина дополнительного (осадочного) давления на грунт под подошвой фундамента:

$$P_0 = P - \sigma_{Zg,0} = 691,03 - 161,95 = 529,08 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{Zg0} = \sigma_{Zg3} + \gamma_{II,0} \cdot h_0 = 134,2 + 18,5 \cdot 1,5 = 161,95 \text{ кПа}.$$

Дополнительные вертикальные нормальные напряжения на границах слоев грунта

$$\sigma_{Zp} = \alpha \cdot P_0,$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий уменьшение по глубине дополнительного давления, принимается по прил. 2, табл. 1 СНиП 2.02.01-83.

Строим эпюру  $\sigma_{Zp}$ . Точка пересечения  $\sigma_{Zp}$  и  $0,2 \cdot \sigma_{Zg}$  соответствует нижней границе сжимаемой толщи (В.С.).

Величина средних дополнительных давлений в каждом из элементарных слоев (таблица 5):

$$\sigma_{Zp,i}^{cp} = (\sigma_{Zp,i-1} + \sigma_{Zp,i}) / 2$$

Величина осадок каждого элементарного слоя (таблица 5)

$$S_i = \sigma_{Zp,i}^{cp} \cdot h_i \cdot \beta / E_i$$



где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения при деформировании грунтов в условиях компрессии (назначается в зависимости от коэффициента Пуассона  $\nu$ ).

Таблица 5 – Расчет осадки фундамента

№ точек	z, м	2z/b, м	$\alpha$	$\sigma_{zp}$	№ слоя	$\sigma_{zp,i}^{cp}$	$h_i$	$\beta_i$	$E_i$ , кПа	$S_{i,m}$
0	0	0,00	1	529,08	1	523,79	0,5	0,74	28000	0,0069
1	0,5	0,34	0,98	518,50	2	498,92	0,5	0,74	28000	0,0066
2	1	0,68	0,906	479,35	3	451,57	0,5	0,74	28000	0,0060
3	1,5	1,02	0,801	423,79	4	393,90	0,5	0,74	28000	0,0052
4	2	1,36	0,688	364,01	5	336,76	0,5	0,74	28000	0,0045
5	2,5	1,70	0,585	309,51	6	285,97	0,5	0,74	28000	0,0038
6	3	2,04	0,496	262,42	7	243,11	0,5	0,74	28000	0,0032
7	3,5	2,38	0,423	223,80	8	207,93	0,5	0,74	28000	0,0027
8	4	2,72	0,363	192,06	9	178,83	0,5	0,74	28000	0,0024
9	4,5	3,06	0,313	165,60	10	154,76	0,5	0,74	28000	0,0020
10	5	3,40	0,272	143,91	11	134,65	0,5	0,74	28000	0,0018
11	5,5	3,74	0,237	125,39	12	117,72	0,5	0,74	28000	0,0016
12	6	4,08	0,208	110,05	13	103,70	0,5	0,74	28000	0,0014
13	6,5	4,42	0,184	97,35	14	91,80	0,5	0,74	28000	0,0012
14	7	4,76	0,163	86,24	15	81,74	0,5	0,74	28000	0,0011
15	7,5	5,10	0,146	77,25	16	67,19	0,5	0,74	28000	0,0009
16	8	6,06	0,108	57,14						

Суммарная осадка основания:

$$S = 6,9 + 6,6 + 6,0 + 5,2 + 4,5 + 3,8 + 3,2 + 2,7 + 2,4 + 2,0 + 1,8 + 1,6 + 1,4 + 1,2 + 1,1 + 0,9 = 51,3 \text{ мм.}$$

## 7 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 7.1 Условия осуществления строительства

Организация строительства производства в данном проекте состоит из двух периодов: подготовки к строительству и выполнение основных работ. При подготовке строительного производства разрабатывается комплекс организационно – технологических и других мероприятий, направленных на создание необходимых условий эффективного осуществления строительства.

Выполнение общестроительных работ и общее руководство строительством объекта осуществляется генподрядной организацией.

Работы подготовительного периода начинаются с момента ее отвода для возведения объекта. В состав работ по подготовке территории входят: ограждение участка; расчистка территории от деревьев, кустарников, валунов и т.п.; перемещение мешающих инженерных сетей; защита территории от стока поверхностных вод; прокладка внешних инженерных сетей и временных дорог; обеспечение нужд работающих в бытовых и других помещениях.

После расчистки территории строительства выполняются работы по геодезической привязке площадочной опорной сети к государственным геодезическим знакам, а также по установке обноски и геодезической разбивке здания.

В проекте для водоснабжения используются действующие сети водопровода, а также устраиваются временные из труб расчетного диаметра.

Для электроснабжения используют действующие сети. Временные сети высокого низкого напряжения на территории строительства устраивают с воздушной подвеской проводов с трансформаторами на столбах или инвентарными передвижными.

Тепло и пар подают от котельных установок. Сжатый воздух от компрессорных установок распределяют по резиновым шлангам.

Проект производства работ предусматривает использование на период строительства постоянных и уже имеющихся дорог, а также первоочередное

строительство дорог, намечаемых проектом возведения данного здания. Дорога временного назначения прокладывается по трассам будущих постоянных путей.

В проекте для перевозки строительных материалов и конструкций используется автотранспорт общего назначения: автомобили с кузовом в виде открытой платформы с бортами, автомобили повышенной проходимости со всеми ведущими колесами и автомобили – тягачи, оборудованные сцепными седельными устройствами для работы с прицепами и полуприцепами.

В проекте применяются и специализированный автомобильный транспорт: автобетоновозы, автобетоносмесители, автоцементовозы.

Железобетонные изделия и конструкции доставляются на строительную площадку с производственной базы строительной организации.

Песок доставляется из карьеров подрядчика автотранспортом. Бетон и раствор доставляют с бетонорастворного узла с погрузкой в металлические ящики и бадьи.

Кирпич в пакетах и на поддонах привозят на строительную площадку в бортовых автомобилях. Материалы и изделия, требующие закрытого хранения, доставляются на строительную площадку непосредственно перед их применением.

## 7.2 Обоснование метода монтажа и выбор монтажного крана

Основным принципом организации монтажного процесса при строительстве является обеспечение производства работ поточными методами, т.е. организации непрерывного и равномерного выполнения всех работ при наибольшем совмещении их по времени и в пространстве путем рационального разделения объекта на равнотрудоемкие захваты, при этом одноименные процессы на этих захватках выполняют последовательно, а разноименные – параллельно.

В проекте мы принимаем комбинированный метод монтажа здания.

Выбор крана производим по трем техническим параметрам: грузоподъемности  $Q_{\max}$ ; максимальной высоте подъема крюка  $H_k$  и наибольшему вылету стрелы  $L_k$ .

Требуемая грузоподъемность крана  $Q_{\max}$  определяется массой монтируемого монтажного элемента, т.е. с учетом не только собственной массы элемента  $Q_{э}$ , но и масс грузозахватных устройств  $Q_{гр}$  и монтажных приспособлений  $Q_{пр}$  из условия:

$$Q_{\max} \geq Q_{э} + Q_{гр} + Q_{пр};$$
$$Q_{\max} = 5,425 + 0,089 = 5,514 \text{ т.}$$

Высота подъема крюка над уровнем стоянки башенного крана:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_э + h_{ст},$$

где  $h_0$  – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана, м;  $h_3$  – запас по высоте, требующийся по условиям безопасности монтажа для заводки конструкций к месту установки или переноса через ранее смонтированную конструкцию, м;  $h_э$  – высота (или толщина) элемента в монтажном положении, м;  $h_{ст}$  – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до крюка крана, м.

$$H_k = 48,5 + 0,22 + 1,0 + 1,3 = 51,02 \text{ м.}$$

Вылет стрелы крана  $L_k$  определяется расстоянием от вертикальной оси, проходящей по центру крана, в момент установки элемента в проектное положение, до оси вращения крана.

$$L_{ст} = 30 \text{ м.}$$

Доставленные конструкции, изделия и материалы разгружаются при возведении нулевого цикла здания – автомобильным краном пневмоколесным КС – 5363 А ОП стрела 32,5 м. Масса крана с основной стрелой – 33 т. Колея колес – 2500 мм. Радиус поворота крана по колее внешнего переднего колеса – 15,6 м.

При возведении надземной части здания используется два башенно-стреловых крана МК-20-14; грузоподъемность  $Q = 8 \text{ т}$ ;  $L_{ст} = 30 \text{ м}$ ,  $H_0 = 40 \text{ м}$ .

### 7.3 Определение нормативных затрат труда времени работы машин и себестоимости строительного-монтажных работ

#### Сварка монтажных соединений железобетонных конструкций

Сварку монтажных соединений конструкций в проектном положении выполняют после временного закрепления монтируемых элементов и подготовки соединений под сварку. В проекте мы принимаем ручную дуговую сварку (стыковые и нахлесточные вертикальные и горизонтальные соединения).

Для проверки качества сварки осуществляют контроль предварительный, в процессе сварки и контроль качества сварных соединений. В процессе сварки необходимо следить за сохранением требуемого режима и технологии сварки

#### Противокоррозионная защита закладных деталей и сварных соединений

Сборные железобетонные конструкции поставляются на строительную площадку с закладными деталями и выпусками арматурных стержней, защищенными противопожарными покрытиями на заводах.

В условиях строительной площадки защитное покрытие наносят лишь на сварные швы и на отдельные места покрытий закладных деталей, поврежденные при сварке, а также доводят толщину защитного покрытия до проектной величины.

Замоноличивание стыков сборных конструкций.

Замоноличивание стыков и швов раствором или бетонной смесью производят после выверки правильности установки элементов конструкций, приемки сварных соединений и выполнений противокоррозионной защиты стальных закладных деталей и выпусков арматурных стержней. Необходимо так же промыть поверхность бетона соединяемых частей конструкции. Этот заключительный процесс монтажа выполняется с особой тщательностью, так как от качества стыков зависит прочность и устойчивость здания.

С учетом основных и вспомогательных процессов составляем таблицу 9  
Методы производства строительного-монтажных работ.

Работы выполняются в соответствии с правилами производства и приемки строительно-монтажных работ и соблюдением технологий строительства производства, изложенными в соответствующих главах СНиП.

В подготовительном периоде строительства необходимо выполнить работы, связанные с освоением строительной площадки, обеспечивающие ритмичное ведение строительного производства:

1. Создание геодезической разбивочной основы для строительства;
2. Освоение строительной площадки;
3. Создание общеплощадочного складского хозяйства;
4. Монтаж инвентарных зданий механизированных установок и временных сооружений;
5. Инженерную подготовку строительной площадки (планировка территорий, устройство временных дорог и линий водо- и энерго снабжение, обеспечение стоков поверхностных вод);
6. Устройство связи.

После выполнения работ подготовительного периода приступают к возведению подземной части основного здания, а затем ведется монтаж конструкций выше нуля и отделочные работы.

#### Земляные работы

До начала основных земляных работ снимается плодородный слой почвы всей территории, подлежащей планировке, а также под дороги.

Отрывку котлована под фундаменты здания выполнять экскаватором ЭО – 4321 (со сменным оборудованием) с погрузкой грунта на автосамосвалы.

Уплотнение грунта при обратной засыпке пазух фундаментов и вертикальной планировке площадки производится слоями толщиной 20–35 см с применением пневмоколесных катков Д 703 и электротрамбовок ИЭ – 4504.

Обратная засыпка грунта производится бульдозером ДЗ – 259 на базе трактора Т – 100. Все работы выполняются согласно СНиП 3.02.01 – 87 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты».

Земляные работы в местах, где имеются действующие подземные коммуникации производить с письменного разрешения организаций, эксплуатирующих эти коммуникации, которые одновременно уточняют их расположение.

Разработка грунта в непосредственной близости от действующих коммуникаций допускается только при помощи лопат, без резких ударов.

#### Работы нулевого цикла

Устраиваются монолитные фундаментные плиты с предварительным выполнением монолитной бетонной подготовки.

Устройство обратной засыпки пазух котлована с тщательным послойным уплотнением до верха фундаментной плиты до отметки – 2.800 при помощи крана КС-35715-1 ходом «на себя» изнутри котлована, площадка планируется под устройство рельсового пути.

Устройство подкранового пути под башенный кран “МК-20-14” согласно схеме ППР.

Возведение стен подвала из фундаментных блоков, устройство керамзитобетонного пояса на отметке 0.000, затем монтаж плит перекрытия подвала с использованием башенного крана.

Монтаж балконных плит подвала краном “КС – 35715-1” ходом на себя.

Устраивается обмазочная вертикальная гидроизоляция наружных стен подвала

#### Устройство надземной части здания

До начала монтажа сборных конструкций здания должны быть выполнены подготовительные работы предусмотренные.

Строительная организация должна к началу работ по монтажу подготовить подъездные пути от основных магистралей к местам приема и выгрузки изделий.

Производство строительно-монтажных работ выше отметки  $\pm 0,000$  выполняются с изменением башенного крана МК – 20–14,  $L_{ст} = 30$  м,  $H_0 = 40$  м.

При работе крана назначить лицо, ответственное за безопасное производство работ по перемещению грузов, а также за правильностью и надежностью строповки грузов.

Для безопасного ведения строительно-монтажных работ установить опасную зону для нахождения людей, равную 7 м, от стены по периметру здания. Она должна быть обозначена хорошо видимыми предупредительными знаками, установленными через 5 м, на высоте 0,8 м. Зона, опасная для нахождения людей во время перемещения установки и закрепления элементов и конструкций, должна быть обозначена на расстоянии 10 м, хорошо видимыми предупредительными знаками, запрещающими пронос грузов за их линию.

Для эффективного использования монтажного крана сборные конструкции на приобъектный склад следует выгружать специальным краном.

При производстве работ необходимо использовать монтажные и грузозахватные приспособления и инструменты, разработанные ЦНИИОМТТ. Все работы выполнить согласно СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

Кладку стен и простенков выполнять с тщательным соблюдением требований СНиП 3.03.01-87 и СНиП 11-22-81 на строительство пути обязательном систематическом контроле прочности кирпича и раствора.

Кладка кирпичных стен выполняется ярусами. Высота каждого яруса 1 м.

Для соблюдения прямолинейности стен и толщины рядов используется шнур. Вертикальность кладки углов, проемов, столбов проверяется отвесом, горизонтальность кладки – правилом и уровнем.

Для выполнения кладки 2-го и 3-го яруса использовать шарнирно-панельные подмости.

При кладке стен по всему периметру здания установить защитный козырек на кронштейнах. Первый ярус установить на высоте 6 м от земли и оставить до выведения кладки на всю высоту, второй ярус установить на расстоянии 6–7 м от первого и переставлять в процессе кладки через 6–7 м.



Для выведения работ кирпичное здание необходимо разбить на захватки. На одной захватке выполняется монтаж плит перекрытия, на другой – кирпичная кладка стен. После окончания работ на захватке специализированные звенья каменщиков и монтажников меняются местами. Кладка стен ведется поярусно.

#### Производство каменных работ

В настоящее время, несмотря на широкое развитие индустриальных методов строительства из сборных элементов, более 50 % всех строящихся в нашей стране зданий возводится со стенами из камней.

В настоящее время, несмотря на широкое развитие индустриальных методов строительства из сборных элементов, более 50 % всех строящихся в нашей стране зданий возводится со стенами из камней.

Процесс укладки камней в конструкции не поддается механизации. Поэтому основным направлением является дальнейшая механизация заготовительных, транспортных и вспомогательных процессов, способов, приемов, инструментов, приспособлений, организации рабочего места и труда.

Каменные работы выполняются из керамического кирпича марки 150 на цементном растворе 75 с заполнением пустот плитным утеплителем (жесткие минераловатные плиты). Пустоты в стенах выполняются в виде колодцев, такая конструкция стены дает возможность на 15–20 % сократить ее вес и, следовательно, на столько же уменьшить расход кирпича. С целью повышения несущей способности каменная кладка имеет вертикальную перевязку швов в виде диафрагмы из тычковых кирпичей.

Так как при высоте кладки 1,2 м производительность падает до 60 %, а при высоте кладки более 1,5 м составляет всего 17 % от максимальной, то применяют шарнирно-панельные подмости с треугольными опорами.

#### Монтажные работы

Монтажные работы выполняются совместно с производством каменной кладки. Эти работы ведутся по захваткам краном МК-20-14.

#### Основные монтажные работы:

1. Монтаж блоков стен подвала;
2. Монтаж плит перекрытий и покрытий;
3. Подача кирпича;
4. Подача раствора;
5. Монтаж колонн;
6. Монтаж ригелей.

#### 7.4 Монтаж перемычек

#### Кровельные работы

Кровельные работы выполняются на завершающем этапе строительства. Кровельные работы являются важными, так как кровля изолирует внутренний объем здания, помещения от действия агрессивных сред окружающей среды.

В данном проекте применена рулонная кровля. Основанием для рулонного ковра служит железобетонная плита покрытия. Для кровельных работ применяется горячая битумная мастика, подогрев которой осуществляется в битумно-варочном котле. Подача битумной мастики производится в термосе.

При укладке рулонных материалов по горячей мастике во все слои наклеиваются одновременно, при этом каждый последующий слой смещается на  $\frac{1}{3}$  ширины.

#### Отделочные работы

Отделочные работы выполняют на завершающем этапе строительства. Их назначение – придать зданию законченный вид, отвечающий заданным эстетическим требованиям. К отделочным процессам относят остекление, оштукатуривание, облицовку и установку столярных изделий, устройства покрытий полов, а также декоративную отделку.

Малярные работы выполняют, как правило, готовыми составами. При производстве работ применяются средства малой механизации, ручного и измерительного инструмента, оснастки и приспособления.

К устройству покрытий полов из линолеума приступают после побелки потолков и подготовки стен для последней окраски при влажности в помещении не более 60 % и температуре воздуха не ниже +10 °С.

Основания под покрытия должно быть ровным, сухим, незыбким и бес трещин. Пыль с него удаляют пылесосом. Настилку производят по цементно-песчаной стяжке. Стыки между древесно-стружечными плитами заполняют шпатлевкой или мастикой.

#### 7.5 Технологическая карта на совмещенные каменные и монтажные работы

Технологическая карта разработана, на период возведения надземной части здания в г. Челябинск. Проектируемое здание представляет собой четырнадцати дом, сложной формы в плане с основными размерами 33,7 × 36,8 м на сложном рельефе.

Работы по кирпичной кладке стен и монтажу сборочно-железобетона ведется по захваткам, для чего здание в плане разбиваем на три захватки. Основные работы ведутся в 2 смены, монтаж ведется с приобъектных складов.

Кладка стен ведется по ярусам. Кладку I яруса вести с плит перекрытия, далее с шарнирно-панельных и инвентарных подмостей. После окончания кирпичной кладки стен и перегородок на первой захватке, каменщики переходят на вторую захватку, а на первой захватке начинается монтаж плит перекрытия, лестничных маршей, плит лоджий и балконов, далее производится заливка швов плит перекрытий.

Подача материалов для каменной кладки к рабочим местам осуществляется краном МК-20-14 с помощью:

1. Для керамического кирпича – сетчатый футляр.
2. Раствор подается в ящиках  $V = 0,25 \text{ м}^3$ .

3. Для перестановки шарнирно-панельных подмостей применяются строп 4 СК 1–5 по ГОСТ 25575-83.

#### Организация рабочего места и труда каменщиков

Рабочее место каменщиков представляет собой часть общего фронта работ звена, в пределах которого расположены элементы возводимых конструкций, материалы, инструменты и приспособления и перемещаются рабочие.

Рабочее место состоит из трех зон – рабочей, материалов и вспомогательной.

В рабочей зоне — полосе шириной 0,6–0,7 м между кладкой и материалами работают каменщики. Зона, в которой расположены материалы (пакеты кирпича, ящики с раствором), занимают полосу шириной 1,3–1,5 м, а зона прохода рабочих – вспомогательная зона 0,5–0,6 м.

Общая ширина рабочего места каменщиков составляет 2,4–2,8 м.

Процесс каменной кладки организован поточным методом. Бригада каменщиков занимает часть этажа здания – захватку, которую разбивают на деланки по количеству звеньев и закрепляют за каждые из них.

Работы производятся звеньями «двойками», при этом каменщик IV разряда выкладывает маяки, устанавливает порядовку, натягивает причалку, а каменщик III разряда подает и растягивает раствор, раскладывает кирпич, помогает устанавливать контрольные приспособления и ведет кладку забутки.

В данном проекте возведение стен из кирпича не может рассматриваться как процесс производства только одной каменной кладки. Фронт работ каменщика может быть обеспечен только при своевременном устройстве междуэтажных перекрытий, подмостей. Поэтому при проектировании производства каменных работ необходимо разрабатывать и способы производства смежных работ, к которым относятся устройство междуэтажных перекрытий и лестниц, заполнение оконных и дверных проемов, устройство подмостей, доставка материалов и изделий из приобъектного склада на рабочее место.

Ведомость потребности в строительных материалах на (3 захватки) представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Ведомость потребности в строительных материалах

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Керамический кирпич	1485 м <sup>3</sup>
2	Плиты перекрытия	298 шт
3	Балконные плиты	24 шт
4	Лестничные марши	18 шт
5	Площадки лестничные	18 шт
6	Цементно-песчаный раствор для кладки стен	188 м <sup>3</sup>
7	Оконные блоки	120
8	Дверные блоки	210

Ведомость потребности в инструменте, средствах механизации, строительной оснастке представлены в таблице 9.

Таблица 9 – потребности в инструменте, средствах механизации, строительной оснастке

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Шарнирно-панельные подмости	30 шт.
2	Сетчатый футляр для подачи кирпича	2 шт
3	Ящик для раствора $У = 0,25 \text{ м}^3$	12 шт
4	Инвентарные подмости	16 шт
5	Строп 4-х ветвевой $Q = 6,3 \text{ т}, l = 4,0 \text{ м}$	2 шт
6	Сварочный аппарат ТД – 500	2 шт
7	Лопата растворная	8 шт
8	Молоток-кирочка	8 шт
9	Причалка (крученный шнур)	320 м

#### Указания по производству работ и технике безопасности

Кладку стен и простенков выполнять с соблюдением требований СНИП 5.03.01-87 и СНИП П-22-81 на строительство при обязательном систематическом контроле прочности кирпича и раствора. Кладка кирпичных стен выполняется ярусами. Высота каждого яруса – не более 1,2 м. Для соблюдения прямолинейности стен и толщины рядов использовать шнур-причалку.

Вертикальность кладки узлов, проемов, столбов проверяется отвесом, горизонтальность кладки правилом и уровнем.

При кладке стены по всему периметру здания установить защитный козырек на кронштейнах. Первый ярус установить на высоте 6 м от земли и оставить до возведения кладки на всю высоту, второй ярус установить на расстоянии 6–7 м от первого и переставлять в процессе кладки через 6–7 м.

Для безопасного ведения строительно-монтажных работ необходимо обозначить опасные зоны для нахождения людей у строящегося здания, работающих механизмов, участках работ. В ночное время строительная площадка и рабочие места должны быть освещены с помощью прожекторов с лампами мощностью 500 Вт при напряжении 220 В.

Временные электросети по строительной площадке выполняются воздушными линиями по деревянным опорам. Временную наружную открытую электропроводку выполнять изолированными проводами на надежных опорах так, чтобы нижняя точка провода находилась на высоте не менее 2,5 м над рабочим местом, 5 м над проходами и 7 м над проездами.

При производстве строительно-монтажных работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, указанных:

- в СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве»
- в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов»
- в «Правилах пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ, ППБ-05-86
- в специальных инструкциях по производству общестроительных и специальных работ.

Кирпич следует подавать к рабочему месту каменщика пакетами на поддонах при помощи подхватов с ограждениями, исключающих выпадения отдельных камней.

Леса и подмости должны быть прочными и устойчивыми.

## 8 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 8.1 Строительный генеральный план

Строительный генеральный план – важный технический документ в составе проекта организации строительства, на основании которого устанавливают объемы первоочередных подготовительных работ по строительству постоянных и временных дорог, инженерных сетей, временных зданий и сооружений, поскольку продолжительность основного строительства в значительной степени обусловлена своевременным выполнением подготовительных работ.

Решение стройгенплана оказывает влияние на производительность труда рабочих, занятых транспортированием материалов, конструкций и оборудования, на размеры потерь материалов при их размещении и подаче, на использование машин и механизмов, транспорта.

Стройгенплан разработан на период возведения подземной части 14-этажного жилого дома в г. Челябинск.

В направлении строящегося дома проектируется дорога без верхнего покрытия, используемая на период строительства.

Работа по кирпичной кладке стен и монтажу сборного железобетона ведутся по захваткам, захваткой является один этаж здания.

### 8.2 Расчет площадей складов

Запас материалов должен обеспечить непрерывность и бесперебойность производства строительно - монтажных работ и в то же время он должен быть минимальным, чтобы сократить расходы на сооружение складов.

Количество материала, подлежащего хранению на складе определяется по формуле:

$$Q_{СК} = \frac{Q_{СБ}}{T} n \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $Q_{СБ}$  – количество материала, деталей и конструкций, необходимых для выполнения в течении планируемого периода заданного объема

строительномонтажных работ, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, т, шт, и т.д.; n – норма запаса материалов в днях; K<sub>1</sub> – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад; K<sub>2</sub> – коэффициент неравномерности потребления поступивших на склад материалов; T – продолжительность выполнения строительно-монтажных работ, предусмотренных календарным планом, с использованием рассматриваемого вида материала, дни.

Общая площадь склада (с учетом проходов) определяется по формуле:

$$S = \frac{Q_{СК}}{q} K_{СК},$$

где q – количество материала. Укладываемого на 1 м<sup>2</sup> полезной площади склада (норма складирования); K<sub>СК</sub> – коэффициент использования площади, учитывающий наличие проходов (или проездов) между стеллажами или штабелями, площади для сортировки, комплектации, затаривания, взвешивания материалов.

Расчет площадей складов сведен в таблицу 10.

Таблица 10 – Расчет площадей складов

Наименование материалов и изделий	T	Q <sub>СБ</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	n	Q <sub>СК</sub>	q	K <sub>СК</sub>	S, м <sup>2</sup>
Кирпич	237	3410 т.шт	1,3	1,3	10	243,2 т.шт	700 шт	1,25	434,3
Плиты перекрытий	237	1106 шт	1,3	1,3	10	78,9 шт	0,8 м <sup>3</sup>	1,25	123
Лестничные марши	237	30 шт	1,3	1,3	10	2,14 шт	0,7 м <sup>2</sup>	1,25	3,8



Продолжение таблицы 6

Наименование материалов и изделий	T	Q <sub>СБ</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	n	Q <sub>СК</sub>	q	K <sub>СК</sub>	S, м <sup>2</sup>
Оконные блоки	237	950 м <sup>2</sup>	1,3	1,3	12	81,3 м <sup>2</sup>	45 м <sup>2</sup>	1,5	2,7
Дверные блоки	237	1600 м <sup>2</sup>	1,3	1,3	12	136,9 м <sup>2</sup>	45 м <sup>2</sup>	1,5	4,6

### 8.3 Расчет временных зданий

Временные бытовые сооружения рассчитываются на максимальное количество рабочих в смену. Весь расчет представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет временных зданий

№ п/п	Наименование временных сооружений	Число рабочих	Норма на одного рабочего, м <sup>2</sup>	Расчетная площадь, м <sup>2</sup>	Размеры, м × м
1	Контора старшего производителя работ (начальника участка)	47	0,3	14,1	6 × 3 × 2,5
2.	Гардеробы с умывальником	47	0,5	23,5	9 × 3 × 3
3.	Помещения для кратковременного отдыха, обогрева	47	0,2	9,4	6 × 2,7 × 3
4.	Летние душевые с холодной водой	47	3	141	9 × 3 × 3
5.	Общественные уборные	47	0,1	4,7	7,5 × 3,1 × 3

## 8.4 Расчет временного электроснабжения

Электрическая энергия на строительной площадке необходима для питания электродвигателей строительных машин, станков и оборудования в подсобных производствах, для освещения территории, рабочих мест, административных помещений, складов, а также для удовлетворения технологических нужд строительства.

Потребность в электроэнергии и устройствах по ее трансформации определяют, исходя из условия расхода на эксплуатацию машин и механизмов, а также на освещение.

Расход электроэнергии на строительство определяем:

электродвигатели строительных машин и механизмов – 70 %;

технические нужды – 20 %;

наружное и внешнее освещение – 10 %.

Расход электроэнергии  $P$ , кВт, может быть выполнен по формуле

$$P = R \left( \frac{P_1 K_1}{\cos \varphi_1} + \frac{P_2 K_2}{\cos \varphi_2} + P_3 K_3 + P_4 K_4 + P_5 K_5 \right),$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (принимается равным 1,05.1,10);  $P_1$  – суммарная мощность электродвигателей отдельных машин и установок, инвентарных зданий, кВт;  $K_1$  – коэффициент одновременности работы электромоторов (до 5 шт. – 0,6);  $P_2$  – суммарная мощность, требуемая для производства отдельных видов строительного-монтажных работ, кВт;  $K_2$  – коэффициент одновременности работы электромоторов для технологических потребностей (равен 0,4);  $P_3$  – суммарная мощность, требуемая для приборов и устройств внутреннего освещения, кВт;  $K_3$  – коэффициент одновременности работы этих устройств и приборов (равен 0,8);  $P_4$  – суммарная мощность, требуемая для приборов и устройств наружного освещения, кВт;  $K_4$  – коэффициент одновременности работы этих устройств и приборов (равен 0,9)  $P_5$  – суммарная мощность сварочных трансформаторов, кВт;  $K_5$  – коэффициент одновременности работы сварочных трансформаторов (до 3 шт. – 0,8);  $\cos \varphi_1$  –

средний коэффициент мощности групп потребителей электроэнергии (силовых  $\cos\varphi_1 = 0,7$ ; технологических  $\cos\varphi_2 = 0,8$ ).

Количество энергии, потребляемое на стройплощадке строительными машинами.

1. Сварочный трансформатор, мощностью  $245 \cdot 2 = 490$  кВт.
2. Башенные краны, суммарной мощностью 150 кВт.
3. Производство отделочных работ, мощностью  $14 \cdot 0,2 = 2,8$  кВт.
4. Освещение временных помещений 11,6 кВт.
5. Освещение территории строительства 18 кВт.

$$P = 1,05 \left( \frac{150 \cdot 0,6}{0,7} + \frac{2,8 \cdot 0,4}{0,8} + 11,6 \cdot 0,8 + 18 \cdot 0,9 + 490 \cdot 0,8 \right) = 731, \text{ кВт}$$

Число прожекторов  $n$  для строительной площадки:

$$n = \frac{\rho ES}{P_{\text{л}}},$$

где  $\rho$  – удельная мощность при освещении прожекторами ПЗС-35 (равно 0,25 Вт/м<sup>2</sup> · Лк);  $E$  – средняя нормативная освещенность (равна 0,5 Лк);  $S$  – размер площади подлежащей освещению (8250 м<sup>2</sup>);  $P_{\text{л}}$  – мощность лампы прожектора (500 Вт).

$$n = \frac{0,25 \cdot 0,5 \cdot 8250}{500} = 2,06, \text{ шт.}$$

Принимаем 2 комплексных передвижных подстанции КПП-560 мощностью 580 кВт каждая.

### 8.5 Расчет временного водоснабжения

Вода на стройплощадке расходуется на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды.

Суммарный расчетный расход воды  $Q_{\text{сум}}$ , л/с, определяют по формуле:

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}},$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – расход воды на производственные нужды, л/с;  $Q_{\text{хоз}}$  – то же на хозяйственно-бытовые нужды;  $Q_{\text{пож}}$  – то же на противопожарные нужды.

Расход воды для производственных нужд  $Q_{пр}$ , л/с, рассчитывают по формуле:

$$Q_{пр} = 1,2 \frac{Q_{ср} \cdot K_1}{3600 \cdot t} = 1,2 \frac{38200 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 2,4, \text{ л/с}$$

где 1,2 – коэффициент на неучтенные расходы воды;  $Q_{ср}$  – средний расход воды на производственные нужды в смену, л (равно 38200 л для поливки бетона при устройстве фундаментной плиты);  $K_1$  – коэффициент неравномерности потребления воды (равно 1,5);  $t$  – число часов работы в смену.

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды  $Q_{хоз}$ , л/с, складывается из расхода воды на приготовление пищи, на нужды санустройств и на питьевые потребности:

$$Q_{хоз} = \frac{n_p}{3600} \left( \frac{n_1 \cdot K_1}{8} + n_2 \cdot K_2 \right),$$

где  $n_p$  – наибольшая численность рабочих в смену, чел.;  $n_1$  – норма потребности воды на 1 чел. в смену (для площадок без канализации – 15 л);  $n_2$  – норма потребления воды на прием одного душа (30 л);  $K_1$  – коэффициент неравномерности потребления воды (равный 1);  $K_2$  – коэффициент, учитывающий отношение пользующихся душем к наибольшей численности рабочих в смену (равный 0,3).

Расход воды на противопожарные мероприятия определяют из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 5 л/с на каждую струю, т.е.  $Q_{пож} = 5 \cdot 2 = 10$  л/с. Такой расход принят для объекта с площадью застройки до 10 га.

$$Q_{сум} = 2,4 + 0,2 + 10 = 12,6 \text{ л/с.}$$

Диаметр труб временного водопровода  $D_v$ , мм, определяют по формуле

$$D_v = \sqrt{\frac{1000 \cdot Q_{сум}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 12,6}{3,14 \cdot 1,5}} = 51,7 \text{ мм}$$

где  $Q_{сум}$  – суммарный расчетный расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $v$  – скорость движения воды по трубам (для труб большого диаметра – 1,5).

Диаметр труб временного водопровода принимаем 52 мм.

## 8.6 Размещение на строительной площадке механизированного оборудования

Расстояние оси подкрановых путей относительно ближайшей выступающей грани строящегося здания:

$$B = \frac{1}{2}b_k + \frac{1}{2}l_{шп} + 0,2 + l_б + l_{без},$$

где  $B$  – расстояние от оси подкрановых путей до наружной выступающей грани здания, м;  $b_k$  – ширина колеи крана (7,2 м);  $l_{шп}$  – длина шпалы (6,25 м); 0,2 – минимальное допустимое расстояние от конца шпалы до откоса балластной призмы, м;  $l_б$  – длина откоса балластной призмы:

$$l_б = (h_б + 0,05)m = (0,25 + 0,05) 1 / 1,5 = 0,2$$

где  $h_б$  – высота слоя балласта, м ( $h_б = 1,5$  м для балласта из щебня);  $m$  – уклон боковой стороны балластной призмы, равный для щебня и гравия 1 : 1,5;  $l_{без}$  – безопасное расстояние от выступающей части крана до ближайшего габарита здания ( $l_{без}$  равно 0,7 м).

$$B = \frac{7,2}{2} + \frac{6,25}{2} + 0,2 + 0,2 + 0,7 = 7,825 \text{ м.}$$

Минимальная допустимая длина подкрановых путей, согласно требованиям Госгортехнадзора, составляет два звена (25 м). Таким образом, длина путей должна удовлетворять следующему условию:

$$L_{пл} = 6,25n_{зв} = 5 \text{ м,}$$

где 6,25 – длина одного звена (рельса) подкрановых путей;  $n_{зв}$  – количество звеньев составляющих крановый путь (принимаем 4).

Монтажную зону ограничивают наружными контурами здания, расширенными на величину  $L_{доп}$ , определяемую по формуле

$$L_{доп} = L_{гр} + L_{мин},$$

где  $L_{гр}$  – наибольший габаритный размер перемещаемого груза (для крана МК-20-14 равно 7,2 м);  $L_{мин}$  – минимальное расстояние отлета груза при его падении, равно 10 м.

## 8.7 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности

При проектировании строительного генерального плана предусматриваются следующие основные мероприятия по охране труда и пожарной безопасности:

1. Определение опасных зон, вход в которые рабочим, не связанным с выполнением данных работ, запрещен; установление безопасных путей для пешеходов и автомобильного транспорта;
2. Размещение временных административно-хозяйственных зданий в отдалении от основных строительных объектов во избежание их попадания в зону монтажных кранов.
3. Устройство освещения строительной площадки, проходов и рабочих зон;
4. Создание безопасных условий нужд, исключая возможность поражением электрическим током.

## 9 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

В таблице 12 представлен свободный сметный расчет стоимости строительства 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск.

Таблица 12 – Свободный сметный расчет стоимости строительства 14-ти этажного жилого дома с встроенным кафе в г. Челябинск

№ п/п	№ сметно-финансовых расчетов	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость, тыс. руб.
			Строительные работы	Монтажные работы	Оборудо-вание, приспос., и инвентарь	Прочих затрат	
1	Методические указания	Глава I. Подготовка территории строительства Отвод участка (3 % от глав II и III)	-	-	-	152,61	152,61
2	Объектная смета № 1	Глава II. Объекты основного назначения Девятиэтажный терапевтический корпус	4541,48	119,89	425,11	-	5086,48
3	Методические указания	Глава III. Объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения	-	-	-	-	-
4	То же	Глава IV. Объекты энергетического хозяйства от главы II)	68,14	1,73	6,39	-	76,25

Продолжение таблицы 12

№ п/п	№ сметно-финансовых расчетов	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость, тыс. руб.
			Строительные работы	Монта-жные работы	Оборудование, приспос., и инвент.	Прочих затрат	
5	- // -	Глава V. Объекты транспортного хозяйства и связи	-	-	-	-	-
6	- // -	Глава VI. Наружные сети сооружения водоснабжения, теплоснабжения, канализации и газоснабжения (2 % от главы II.)	90,74	2,42	8,63	-	101,78
7	- // -	Глава VII. Благоустройство территории (4 % главы II) Итого	181,65 4881,99	4,83 128,86	16,91 457,03	- 152,6	203,38 5620,47
8	- // -	Глава VIII. Временные здания и сооружения Итого	126,93 5008,92	3,35 132,21	11,87 468,89	- 152,6	146,15 5762,61
9	- // -	Глава IX. Прочие работы и затраты	-	-	-	115,23	115,23



## Окончание таблицы 12

№ п/п	№ сметно- финансовых расчетов	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость , тыс. руб.
			Строительные работы	Монтажные работы	Оборудование , приспособ., и инвент.	Прочих затраг.	
10	- // -	Глава X. Содержание дирекции предприятия	-	-	-	11,73	11,73
11	- // -	Глава XI. Подготовка эксплуатации кадров	-	-	-	-	-
12	- // -	Глава XII. Проектно изыскательские работы и авторский надзор	97,64	2,42	8,97	-	109,02
13	- // -	Итого	5106,56	134,62	477,86	279,56	5998,59
14	- // -	Непредвиденные работы и затраты (1 %)	51,06	1,38	4,83	2,76	60,03
15		Итого по сводной смете	5157,62	135,99	482,69	282,32	6058,62
16		То же в текущих ценах на 1.03.2017 (к = 30,79)	158802,8	4187,27	14861,91	8692,28	186544,6
17		То же с НДС (18 %)	187387,4	4941,09	17537,04	10257,2	220122,8

## 9.1 Сметная стоимость

К сметной документации на строительство 14-ти этажного жилого дома с  
встроенным кафе в г. Челябинск

Сметная стоимость объекта определена базисно-индексным методом: локальные сметы и расчеты составлены ценах 1991 года с дальнейшим пересчетом в текущие цены по индексу, действующему на момент пересчета.

Сметная документация составлена в соответствии с разделом 4 инструкции СНиП 102.01-85 и методических указаний по определению стоимости строительной продукции на территории РФ МДС 81-1.99.

Объемы работ определены на основе рабочих чертежей. Стоимость строительных и монтажных работ определена по сборникам единых районных единичных расценок и зональных ЕРЕР, привязанных к местным условиям, на строительно-монтажные работы для промышленного и гражданского строительства Белгородской области, сборнику зональных сметных цен на местные материалы, изделия и конструкции, сборникам средних районных сметных цен на материалы, изделия и конструкции и других нормативных сметных документов, действующих с 01.01.1991 года.

В сметах приняты накладные расходы:

- общестроительные работы 17 %
- на металло-монтажные работы 8,6 %
- на внутренние санитарно-технические 13,3%
- на электротехнические 13,3 %
- норма прибыли (плановые накопления) приняты в размере 8 %.

Для пересчета стоимости строительно-монтажных работ в уровень цен 1991 года применены следующие коэффициенты:

- отоплению и водоснабжению 1,46
- по вентиляции 1,76
- по канализации 1,86
- по газоснабжению 1,56
- по электроосвещению 1,45
- по радио, телефонизации и другим слаботочным системам 1,2

Объектная смета и сводный сметный расчет составлены в ценах 1991 года.

Для определения стоимости объекта в текущих ценах по состоянию на март 2017 года применен коэффициент, равный 30,79.

Стоимость объекта по сводному сметному расчету увеличивается на сумму НДС (18%).

## 9.2 Расчет технико-экономических показателей

### 9.2.1 Продолжительность строительства

Показатель продолжительности строительства устанавливается по формуле:

$$K_{cp} = T_{пр}/T_n \leq 1,$$

где  $T_{пр}$  – проектируемый срок строительства, 298 дней;  $T_n$  – нормативный срок строительства, 300 дней (берется из СНиП)

$$K_{cp} = 298/300 = 0,99.$$

### 9.2.2 Стоимость единицы измерения объекта

Сметная стоимость физической единицы объекта (1м<sup>3</sup>здания) определяется по формуле:

$$K_{ед} = K / V;$$

где  $K$  – полная сметная стоимость объекта, 63803,7 тыс. руб;  $V$  – объем здания, 27403,7 м<sup>3</sup>;  $K_{ед} = 63803,7 / 27403,7 = 2743$  руб / м<sup>3</sup>.

Сметная стоимость физической единицы объекта (1м<sup>2</sup>здания) определяется по формуле:

$$K_{ед} = K/S;$$

где  $K$  – полная сметная стоимость объекта, 44802,1 тыс. руб;  $S$  – площадь здания, 4397,32 м<sup>2</sup>;  $K_{ед} = 44802,1 / 4397,32 = 14510$  руб / м<sup>2</sup>.

### 9.2.3 Трудоемкость

Удельную трудоемкость считают по формуле:

$$q = Q / V;$$

где  $Q$  – общая трудоемкость строительства, чел-дн.

$$Q = + Q_n + Q_{п} + Q_y,$$

где Q – затраты труда рабочих, занятых на основных строительно-монтажных работах, 15606,6 чел-дн;  $Q_n$  – затраты труда рабочих занятых на неосвоенных строительно-монтажных работах (9 % от  $Q_0$ ), 1404,6 чел-дн;  $Q_{п}$  – затраты труда рабочих занятых на подсобных производствах, таких нет;  $Q_y$  – затраты труда управленческого и обслуживающего персонала 10 % от величины  $Q_0$ , 1560,67 чел-дн;

$$Q = 15606,6 + 1404,6 + 1560,67 = 18572 \text{ чел-дн.}$$

$$q = 18572/27403,7 = 0,68 \text{ чел-дн/м}^3.$$

#### 9.2.4 Выработка

Выработку следует исчислять в рублях на один чел-день:

$$B = K / Q;$$

$$B = 1199,3 \cdot 30,79 / 18572 = 1988,3 \text{ руб} / \text{чел-день.}$$

#### 9.2.5 Степень сборности

Коэффициент сборности определяется отношением стоимости сборных конструкций к общей стоимости материалов

$$K_c = 1850180 / 3854541 = 0,48$$

#### 9.2.6 Показатель по механизации строительства

Энерговооруженность определяется как отношение средневзвешенной мощности установленных на стройке механизмов к среднему количеству человек.

Средневзвешенная мощность равна  $52748 / 297 = 177,6$  кВт.

Среднее количество рабочих  $297 / 22 = 13,5$  чел.

Энерговооруженность:  $177,6 / 13,5 = 13,1$  кВт/чел-дн

#### 9.2.7 Сводка технико-экономических показателей

– Площадь территории строительства, м<sup>2</sup> 2512,8

– Площадь застройки территории, м <sup>2</sup>	487,6
– Объём здания, м <sup>2</sup>	27403,7
– Сметная стоимость, млн. руб.	186,8
– Стоимость единицы измерения, руб/м <sup>2</sup>	14510
– Общая продолжительность строительства, дней	298
– Сокращение срока строительства против нормы, дней	2
– Индустриализация строительства: степень сборности	0,48
– Энерговооруженность, кВт/чел-день	13,1
– Выработка, руб/чел-день	2412
– Удельная трудоемкость, чел-дн/м <sup>3</sup>	0,68

### 9.3 Оценка недвижимости

#### 9.3.1 Оценка недвижимости по затратам

Затратный подход предполагает оценку имущественного комплекса, состоящего из земельного участка и созданных на нем улучшений на основе расчета затрат необходимых при его воссоздании на конкретную дату (дату оценки). При этом необходимо учитывать износ оцениваемых улучшений со временем эксплуатации под действием различных факторов. Расчет стоимости земельного участка должен производиться с учетом принципа «наилучшего и наиболее эффективного использования». В основу затратного подхода положен принцип замещения, согласно которому покупатель не станет платить за объем дороже по сравнению с затратами на приобретение соответствующего участка под застройку и возведения аналогичного по своему назначению, качеству и полезности объекта недвижимости в приемлемый период времени.

Технология применения затратного подхода включает в себя этапы:

1. Оценка восстановительной стоимости оцениваемого здания;
2. Оценка величины предпринимательской прибыли;
3. Расчет выявленных видов износа;
4. Оценка рыночной стоимости земельного участка.

5. Расчет итоговой стоимости объекта путем корректировки восстановительной стоимости на износ с последующим увеличением полученной величины на стоимость земельного участка.

Можно определить следующие ситуации, где предпочтительнее применение затратного метода:

1. Оценка новых или недавно построенных объектов. В данном случае стоимость строительства таких объектов более близка к рыночной стоимости.

2. Анализ наилучшего и наиболее объективного использования земельного участка.

3. Техничко-экономические обоснование нового строительства позволяет сделать вывод об экономической целесообразности вложения инвестиций на основе прогнозируемого уровня доходов от будущей эксплуатации к конкретным объектам.

4. Оценка объектов незавершенного строительства.

5. Оценка в целях налогообложения.

6. Оценка в целях страхования.

7. Переоценка основных фондов предприятия.

8. Недостаток информации для применения других методов при неразвитых или слабых сегментах рынка (рынок земли)

### 9.3.2 Оценка недвижимости методом сравнения рыночных продаж

Сравнительный подход к оценке недвижимости базируется на информации о недавних сделках с аналогичными объектами на рынке и сравнении оцениваемой недвижимости с аналогами.

Далее вносятся поправки, учитывающие различия между оцениваемыми объектами и аналогами. Это позволяет определить цену продажи каждого аналога, как если бы он обладал теми условными характеристиками, что и оцениваемый объект. Скорректированная цена дает оценщику возможность сделать заключение о том, что наиболее вероятная цена продажи аналогичных объектов выражает рыночную стоимость. Фактическая цена продажи объекта

может отклоняться от рыночной стоимости из-за мотивации участников сделки, степени их осведомленности, условий сделки. Однако, в подавляющем большинстве случаев цены индивидуальных сделок имеют тенденцию отражать направление развития рынка. Если имеется достаточно информации по большому числу сделок и предложений на продажу, то можно определить ценовые тенденции, служащие индикатором динамики рыночной стоимости недвижимости.

### 9.3.3 Оценка недвижимости методом капитализации дохода

Метод используется только при доходной недвижимости (единственная цель-доход, получение дохода).

Три принципа оценки недвижимости:

1. Принцип ожидания, характеризует точку зрения покупателя на будущие годы и их настоящую стоимость. Исходя из этого принципа рыночная стоимость определяется как текущая стоимость будущих выплат, вытекающих из прав владения или иных имущественных прав на данный объект. В основе принципа лежит теория разделения денег во времени.

2. Принцип спроса и предложения, характеризует точку зрения рынка на стоимость объекта. Исходя из этого принципа можно определить как сами потоки денежных средств и их отношения к стоимости, так и тенденции их изменения. Принцип утверждает, что цена собственности определяется соотношением спроса и предложения на данном сегменте рынка.

3. Принцип замещения, характеризует точку зрения информированного покупателя, который не заплатит за объект сумму большую стоимости аналогичного объекта одинаковой полезности на том же сегменте рынка и который при прогнозе будущих доходов ориентируется на данные анализа аналогичных объектов. Исходя из этого принципа ясно, что арендная плата, норма прибыли, величины затрат, ставка дисконтирования и коэффициент капитализации определяются аналогичными показателями на рынке.

Различают два метода превращения дохода, получаемого от владения недвижимостью в оценку собственности:

1. Метод прямой капитализации, основанный на использовании ставки капитализации.
2. Дисконтирование денежных потоков, основанный на превращении будущих доходов от владения имуществом в их текущую стоимость.

#### 9.3.4 Оценка стоимости земельного участка

Для оценки рыночной стоимости земли принимают следующие методы: метод сравнения продаж, техника остатка для земли, метод распределения, метод выделения, метод разбивки на участки, капитализация земельной ренты.

В рассматриваемом варианте стоимость земли не определялась, так как участок находится в аренде у комитета муниципального имущества администрации города сроком на пять лет. Тем не менее хотелось бы обратить внимание на целесообразность изменения размеров арендуемого участка в будущем, так как оцениваемый участок ограничен с одной стороны дорогой, предназначенной для проезда городского транспорта (практически сервитут), а участок до дороги шириной 13 метров не пригоден для практического использования, поэтому целесообразно отказаться от аренды этих площадей.

#### 9.3.5 Оценка стоимости объекта недвижимости затратным подходом

Для определения стоимости рассматриваемого оцениваемого объекта будем применять затратный подход.

Оцениваемый объект принадлежит к новому строительству, поэтому износ будет равен нулю. Стоимость земельного участка равна нулю, так как он находится в аренде. Таким образом, стоимость объекта будет складываться из сметной стоимости и прибыли застройщика.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квартира – это главный элемент жилища, это та микросреда в которой человек проводит от 40–100 % своего времени, в зависимости от периода жизни. Это важный элемент в жизни благоприятствующий развитию и укреплению личности (свобода личности, семейный контакт). При проектировании жилого дома с встроенным кафе, мной была изучена специальная и техническая литература, строительные нормы и прайс-листы на современные материалы. Спроектированное жилье отвечает санитарно-гигиеническим качествам по теплозащите, естественному освещению и звукоизоляции от шума. Кафе имеет удобную функциональную схему. Применение облегченной кладки позволяет сократить расход на материалы и время для производства каменной кладки. Применение эффективных материалов для кровли и гидроизоляции. Позволяет увеличить сроки эксплуатации. Что немаловажно в наше время и позволяет снизить расходы на эксплуатацию зданий.

При выполнении дипломной работы я закрепил свои знания в проектировании, а также навыки в работе с нормативной документацией.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. Нормы проектирования. – М., 2000. – 237 с.
2. СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. – М., 2004. – 213 с.
3. СНиП 2.07.01-89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Нормы проектирования. – М., 2008. – 194 с.
4. ГОСТ Р 21.1501-92. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей. – М., 1999. – 256 с.
5. ГОСТ 2.105-95. ЕСДК. Общие требования к текстовым документам.
6. Архитектура гражданских и промышленных зданий. – Т.3. Жилые здания / Л.Б. Великовский, А.С. Ильяшев, Т.Т. Маклакова и др.; под общ. ред. К.К. Шевцова. – 2-е изд., перераб. и доп. 239с., ил. – М.: Стройиздат, 1983. – 214 с.
7. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Общественные здания / Под ред. В.М. Предтегеного – М.: Стройиздат, 1998. – 241 с.
8. Сербинович, П.П. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Гражданские здания массового строительства. Учеб. для строительных вузов. Изд. 2-е, непр. и доп. М. / П.П. Сербинович. – М.: Высшая школа, 2001. – 432 с.
9. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений/Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1989. – 160 с.
10. Далматов, Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты / Б.И. Далматов. – Л.: Стройиздат, 2000. – 428 с.
11. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции / В.Н. Байков, В.И. Сигалов. – М.: Стройиздат, 2002. – 576 с.
12. СНиП 2.03.01-84\* .Бетонные и железобетонные конструкции. Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1999. – 241 с.
13. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажного здания: Методические указания. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. – 432 с.

14. Сороган, Е.А. Основания и фундаменты / Е.А. Сараган. – М.: Стойиздат, 199. – 82 с.
15. Еременок, П.Л. Каменные и армокаменные конструкции / П.Л. Еренок, В.И. Еренок. – Киев: Высшая школа, 1997. – 139 с.
16. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстрой СССР, 1979. – 172 с.
17. СНиП 3-01-01-85. Организация строительного процесса. – М., 1986. – 241 с.
18. СНиП 1-04.03-85. Нормы продолжительности строительства. – М., 1999. – 267 с.
19. Ищенко, И.И. Технология производства каменных и монтажных работ / И.И. Ищенко. – М.: Стройиздат, 2003. – 512 с.
20. Атаев, С.С., Бракин Б.В., Данилов К.Н. и др. Технология строительного производства / С.С. Атаев, Б.В. Бракин, К.Н. Данилов и др. – М.: Стройиздат, 2002. – 528 с.
21. Грабовый, Н.А. Организация строительного производства / Н.А. Грабовый, Н.Т. Цай. – М.: Стройиздат, 2010. – 160 с.
22. Строительные краны. Справочник; под ред. В.П. Становский, В.Т. Моисеенко, Г.П. Колесник. – Киев, 2008. – 82 с.
23. СНиП 111-4-80. Техника безопасности в строительстве. – М, Изд-во стандартов, 1980. – 98 с.
24. СНиП 1.02.01-85. Инструкция о составе, порядке обработки, утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 174 с.
25. ЕРЕР-84. Указания по применению единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы. 1983. – 148 с.
26. Грабовый, Н.А. Экономика и управление недвижимостью / Н.А. Грабовый. – М.: Стройиздат, 1996. – 164 с.

27. Гринь, И. М. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие для строительных вузов и ф-тов / И.М. Гринь. – Киев-Донецк: Высшая школа. – 158 с.