

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра Городское строительство и архитектура

Утверждаю:  
Зав. кафедрой  
А.В. Гречишкин  
подпись, инициалы, фамилия  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ:

*12-этажный 94-квартирный жилой дом  
по ул. Рахманинова в г. Пензе*

Автор ВКР \_\_\_\_\_ Милованов Иван Викторович  
подпись, инициалы, фамилия

Обозначение ВКР-2069059-080301-120860 -17

Группа СТ1-45  
номер

Направление «Строительство»

Направленность «Городское строительство»

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ Викторова О.Л.  
подпись, дата, инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Архитектура к.т.н. доц. Викторова О.Л.  
ФИО., уч. степень, звание

Конструкции к.т.н. доц. Пучков Ю.М.  
ФИО., уч. степень, звание

ТСП к.и.н. Гарькин И.Н.  
ФИО., уч. степень, звание

Экология и БЖД к.т.н. доц. Викторова О.Л.  
ФИО., уч. степень, звание

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ к.т.н. доц. Викторова О.Л.  
ФИО., уч. степень, звание

ПЕНЗА 2017 г.

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

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра по  
направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», направленность  
«Городское строительство»

Автор ВКР \_\_\_\_\_ *Милованов Иван Викторович* \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_ *СТ1-45* \_\_\_\_\_

Тема ВКР \_\_\_\_\_ *12-этажный 94-квартирный жилой дом* \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ *по ул. Рахманинова в г. Пензе* \_\_\_\_\_

Консультанты:

архитектурно-строительный раздел \_\_\_\_\_ *Викторова О.Л.* \_\_\_\_\_

расчетно-конструктивный раздел \_\_\_\_\_ *Пучков Ю.М.* \_\_\_\_\_

технология и организация строительства \_\_\_\_\_ *Гарькин И.Н.* \_\_\_\_\_

техническая эксплуатация здания \_\_\_\_\_ *Викторова О.Л.* \_\_\_\_\_

вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности \_\_\_\_\_ *Викторова О.Л.* \_\_\_\_\_

НИР \_\_\_\_\_ *Викторова О.Л.* \_\_\_\_\_

**I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВКР**

1. Место строительства \_\_\_\_\_ *г. Пенза* \_\_\_\_\_

2. Назначение здания. Степень новизны разрабатываемой работы. Реальность ВКР  
\_\_\_\_\_ *Многоквартирный жилой дом повышенной этажности запроектирован на реальных*  
*исходных данных. Здание бескаркасное с продольными и поперечными несущими стенами,*  
*чередующимися через этаж, что позволило снизить нагрузку на стены и фундамент.* \_\_\_\_\_

(указать отличие от типового или ранее разработанного проекта)

## II. СОСТАВ ВКР

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

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

**2. Расчетно-конструктивная часть должна состоять из:**

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

**3. Раздел технологии и организации строительства включает в себя:**

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

**4. Раздел технической эксплуатации здания включает в себя:**

- оценка энергетической эффективности здания;
- энергетический паспорт здания;

**5. Вопросы экологии и безопасность жизнедеятельности.**

**6. НИР Исследование тепло-влажностного состояния наружной стены с утеплением с наружной стороны.**

## III. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР

Сроки выполнения ВКР устанавливаются с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

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

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

Дата выдачи «    » \_\_\_\_\_ 20    года.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ Викторова О.Л.

# Содержание

<b>1.Архитектурно-строительный раздел</b>	<b>7</b>
1.1. Генеральный план участка застройки. Благоустройство.	7
1.2. Объемно-планировочное решение здания	10
1.3. Противопожарные мероприятия	12
1.4. Мероприятия по обеспечению жизнедеятельности инвалидов	13
1.5. Конструктивное решение здания	13
1.6. Инженерное оборудование здания	18
1.7. Внутренняя отделка помещений здания	18
<b>НИР:</b> Исследование тепло-влажностного состояния наружной стены с утеплением с наружной стороны	19
<b>2. Раздел технической эксплуатации здания</b>	<b>26</b>
2.1.1. Обеспечение тепловой защиты здания	26
2.1.2. Расчет по оценке энергетической эффективности объекта	27
2.1.3. Энергетический паспорт здания	41
<b>3. Расчетно-конструктивный раздел</b>	<b>45</b>
3.1. Расчет лестничного марша	45
3.1.1. Исходные данные для расчета	45
3.1.2. Определение нагрузок	45
3.1.3. Расчетные характеристики материалов	46
3.1.4. Расчет по первой группе предельных состояний	47
3.1.5. Расчет по второй группе предельных состояний	49
3.1.6. Расчет по деформациям	50
3.2. Расчет многопустотной плиты перекрытия	51

3.2.1. Исходные данные для расчета	51
3.2.2. Расчетные характеристики материалов	51
3.2.3. Расчетная схема конструкции	52
3.2.4. Сбор нагрузок	52
3.2.5. Расчет по первой группе предельных состояний	54
3.2.6. Расчет по второй группе предельных состояний	57
3.2.7. Расчет по деформациям	61
3.3. Расчет грунтового основания и фундаментов	62
3.3.1. Определение нагрузок	62
3.3.2. Оценка инженерно-геологических условий	73
3.3.3. Определение несущей способности свай	74
3.3.4. Расчет осадки фундамента	80
3.3.5. Расчет осадки продавливания	87
<b>4. Раздел технологии строительного производства</b>	<b>90</b>
4.1 Общие положения	90
4.2 Ведомость подсчета объемов СМР	91
4.3 Проект производства работ	92
4.4 Выбор ведущих машин, средств подмащивания, инвентаря, монтажных приспособлений и оснастки	96
4.4.1. Выбор монтажных механизмов	96
4.4.2. Средства подмащивания, инвентаря, монтажных механизмов	99
4.5 Стройгенплан Общие положения	100
4.5.1. Ограждение стройплощадки	101
4.5.2. Размещение и привязка монтажных механизмов	101
4.5.3. Проектирование внутри построечных дорог	102
4.5.4. Опасные зоны крана	102
4.5.5. Расчет складских площадок	103
4.5.6. Водоснабжение стройплощадки	105
4.5.7. Проектирование временного электроснабжения	102

4.5.8. Санитарно-бытовые помещения	110
4.5.9. Расчет заземляющего устройства	111
4.5.10. Техникоэкономические показатели стройгенплана	113

**5. Раздел безопасности строительного производства и охраны окружающей среды** **114**

5.1. Введение	114
5.2. Безопасность производства основных видов СМР	115
5.3. Пожарная безопасность	123
5.4. Охрана окружающей среды	125
5.4.1. Охрана земли. Рекультивация почв.	125
5.4.2. Охрана атмосферного воздуха на период строительства	126
5.4.3. Охрана водного бассейна	126
5.4.4. Утилизация бытовых отходов	126

**Список используемых источников** **128**

## **1. Архитектурно-строительный раздел**

### **1.1. Генплан участка застройки. Благоустройство территории**

Жилые дома по ул. Рахманинова в г. Пенза расположены на участке площадью 10467м<sup>2</sup> по улице Рахманинова в микрорайоне №10 жилого района "Арбеково" города Пензы.

Проектируемые объекты представляют собой два отдельно стоящих здания:— 12-ти этажные 2-х секционные жилые дома.

В плане каждый жилой дом имеет линейную конфигурацию, продиктованную расположением на участке, а так же соблюдением нормативной инсоляции в однокомнатных квартирах составляющих большую часть от общего количества запроектированных квартир. Благоустройство дворовой территории: дорожки, площадки для игр детей и отдыха взрослых, хозяйственно-бытовые площадки, а так же с северной стороны дома расположена автостоянка на 10 автомобилей.

Ширина проездов вокруг здания отвечает требованиям пожарной безопасности и составляет 5,5, пожарная полоса 6,0м.

Все проезды и тротуары вокруг здания и территории имеют твердое покрытие. Подход к главному фасаду имеет плиточное покрытие и благоустроен газонами и цветниками. Вход в жилую часть дома осуществляется с западной стороны.

В проекте применен метод сплошной вертикальной планировки, позволяющий максимально сохранить рельеф местности с минимальными объемами земляных работ, обеспечить водоотвод с территории закрытым способом, создать оптимальные уклоны по проездам, площадкам и дорожкам.

Проектное решение вертикальной планировки выполнено в проектных красных горизонталях с сечением рельефа через 0,1-0,5 м.

Продольный уклон по проездам запроектирован от 5% до 75%. Поперечный уклон принят 2%. Направление уклона показано на чертеже

стрелками. Сток ливневых и талых вод за пределы участка осуществляется по спланированной поверхности в ливневую канализацию.

Объемы земляных масс подсчитаны по сетке квадратов, разбитой от границы участка и стен здания.

При устройстве газонов растительный слой принимается толщиной 0,15 м.

Жилой дом оборудован мусоропроводом, поэтому выполнены мероприятия по доступности вывоза бытовых отходов из помещения мусорокамеры. Предусмотрен вынос площадки для мусорных контейнеров, ранее расположенный на месте запроектированной автостоянки. Площадка для мусорных контейнеров предназначена для вывоза мусора от существующих жилых домов.

Во дворе жилого дома расположены площадки отдыха для детей и взрослых разного возраста, хозяйственные площадки (для сушки белья, обеспыливания). Все площадки оборудованы стационарными и переносными малыми формами, что обеспечивает комфортные условия отдыха проживающих на прилегающей к дому территории. Все автостоянки, разворотные площадки выполнены с двухслойным асфальтобетонным покрытием с толщиной - 8см, Проезды - с однослойным асфальтобетонным покрытием толщиной - 5см. Тротуары, площадки отдыха, дорожки запроектированы с толщиной асфальтобетонного покрытия=3см. Площадки отдыха для детей младшего возраста с песчано-гравийным покрытием. Все проезды предусматриваются согласно нормам двухполосными с шириной - 5,5м. Для обеспечения противопожарных мероприятий для эвакуации людей предусмотрен 6-ти метровый проезд для пожарных машин, в местах газонов предусмотрено грунтощебеночное покрытие.

Основное средство оздоровления воздуха городов – широкое развитие системы зеленых насаждений. Подбор деревьев и кустарников обеспечивает необходимые декоративные качества в отношении величины, формы кроны, окраски листьев в разное время года.

Проектом предлагается озеленение участка породами, наиболее приспособленными к почвенно-климатическим условиям данной территории. Основной ассортимент посадочного материала: каштан конский, чубушник крупноцветный, кизильник блестящий.

Посадку саженцев листопадных пород производить весной до распускания листьев, а хвойных пород до оттаивания земли. Цветники создаются из многолетников.

### Технико-экономические показатели по генплану

Таблица 1.1

№№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Количество	
			в гр. уч-ка	Вне уч-ка (в гр. пр. работ)
1.	Площадь участка в границах проектных работ	га	1,0467	0.0213
2.	Площадь застройки	м <sup>2</sup>	786,10	-
3.	Площадь двухслойного асфальтобетонного покрытия (проезд, стоянка h=5 см)	м <sup>2</sup>	3338,8	818,4
5.	Площадь асфальтобетонного покрытия (тротуары, площадки h= 3см)	м <sup>2</sup>	1788,0	226,1
6.	Площадь асфальтобетонного покрытия (отмостка h= 5 см)	м <sup>2</sup>	1294,6	-
7.	Площадь песчано-гравийного покрытия (детские площадки h= 5 см)	м <sup>2</sup>	253,8	-
8.	Площадь плиточного покрытия	м <sup>2</sup>	84,0	-
9.	Бортовой камень БР300.30.18	п.м	836,4	114,8
10.	Бортовой камень БР100.20.8	п.м	1026,2	77,6
11.	Площадь озеленения	м <sup>2</sup>	2716,0	-
12.	Площадь газонов	м <sup>2</sup>	2609,0	-

## 1.2. Объемно-планировочное решение здания

Жилой дом состоит из 2-х блок-секций: каждая блоксекция этажностью 12 эт. имеет размеры в плане 22,3м x15,7м.

Высота типового этажа 3м. За относительную отметку 0,000 принята абсолютная отметка 181,50м.

В плане блок-секция представляет собой симметричный блок ступенчатой формы с центрально расположенной лестничной клеткой. На первом этаже запроектированы: электрощитовая, колясочная, кладовая уборочного инвентаря. На каждом этаже расположено по 4 квартиры индивидуальной планировки с выходом в общий коридор. В блок-секции №1 запроектированы: незадымляемая лестничная клетка Н-1, тех.этаж, тех.подполье, необходимые системы инженерного обеспечения, лифты грузоподъемностью 400кг с кабиной размерами 0,93м x 1,07м. x 2,10м и 630 кг с кабиной размерами 2,2м x 1,18м. x 2,10м ,что обеспечивает размещение в нем человека на санитарных носилках. Шахты лифтов оборудованы противопожарными дверьми огнестойкостью EI 60.

Трех-, двух- и однокомнатные квартиры составляют основу планировочной структуры жилого дома. Комфортность квартир достигается за счет функционального зонирования. Планировка квартир решена с учетом разделения на две зоны: гостевую - дневного пребывания (общие комнаты кухни) и зону тихого отдыха (спальные и примыкающие к этой зоне санузлы и ваннные комнаты). Расположение кухни в непосредственной близости с общей комнатой гибко решает планировку квартир, и по желанию заказчика (владельца) позволяет сделать единую зону: кухня - столовая - гостиная. В квартирах предусмотрено наличие антресолей, балконов и лоджий.

На этаже одной секции располагается четыре квартиры, а в двух секциях - восемь квартир, общее количество квартир двухподъездного дома составило 94. Категория комфортности – В, таким образом дом относится к

эконом классу, т.е. доступному жилью. Предназначено такое жилье для молодых семей, семей военнослужащих и пенсионеров.

Лестничная клетка запроектирована незадымляемой с поэтажными проходами через воздушную зону. Здание оборудуется лифтом, системой мусороудаления.

Над 12 этажом расположен холодный чердак.

Наружная отделка здания решена следующим образом :

- цоколь дома
- облицовка декоративной фасадной плиткой;
- в облицовке стен применяется полнотелый силикатный лицевой кирпич а декоративные элементы фасада облицованы фасадной плиткой;
- окна и остеклённые рамы балконов и лоджий из ПВХ –профиля с двухкамерными стеклопакетами для окон в отапливаемой зоне и одинарное остекление для лоджий и балконов.

### **Технико-экономические показатели объёмно-планировочного решения**

Таблица 1.2

Наименование	1 секция	2 секция	Всего по дому	Примечания
Количество квартир (шт.)	47	47	94	
- в том числе 1 комнатных	23	22	45	
- в том числе 2 комнатных	12	12	24	
- в том числе 3 комнатных	12	12	24	
Количество этажей	13	13	13	
Этажность	12	12	12	
Электрощитовая жилого дома (шт.)	1	-	1	
Площадь электрощитовой жилого дома	8,80м <sup>2</sup>	-	8,80м <sup>2</sup>	
Помещение ТСЖ (шт.)	-	1	1	
Площадь ТСЖ общая	-	37,00м <sup>2</sup>	37,00м <sup>2</sup>	
Площадь ТСЖ расчетная	-	28,10м <sup>2</sup>	28,10м <sup>2</sup>	
Площадь лоджий	209,60м <sup>2</sup>	207,60м <sup>2</sup>	417,20 м <sup>2</sup>	
Общая площадь квартир	2481,00м <sup>2</sup>	2441,80м <sup>2</sup>	4922,80м <sup>2</sup>	
Площадь квартир (без лоджий)	2376,20м <sup>2</sup>	2338,00м <sup>2</sup>	4714,20м <sup>2</sup>	
Жилая площадь квартир	1297,20м <sup>2</sup>	1280,40м <sup>2</sup>	2577,60м <sup>2</sup>	
Площадь застройки	391,40м <sup>2</sup>	394,70м <sup>2</sup>	786,10 м <sup>2</sup>	
Строительный объем	14816,90м <sup>3</sup>	14852,00м <sup>3</sup>	29668,90м <sup>3</sup>	
В том числе подземная часть	755,25м <sup>3</sup>	800,70м <sup>3</sup>	1555,95м <sup>3</sup>	
Площадь жилого здания	3700,00м <sup>2</sup>	3702,20м <sup>2</sup>	7402,20м <sup>2</sup>	

### **1.3. Противопожарные мероприятия**

Объёмно-планировочные решения, принятые в проекте, удовлетворяют требованиям пожарной безопасности предъявляемыми главами норм проектирования [1] и [8].

В жилом доме расположен тёплый чердак высотой 2,10 м. Выход на кровлю осуществляется непосредственно через лестничную клетку. В местах перепада высот кровель запроектированы наружные пожарные металлические лестницы 1-ого типа.

В квартирах, в качестве второго эвакуационного выхода принят выход из каждой квартиры на лоджию с глухим простенком от торца лоджии до оконного проема не менее 1,2 м или металлические стремянки поэтажно соединяющие этажи и ведущие на второй этаж. Ограждение лоджий выполняется из глиняного кирпича.

Лестничная клетка запроектирована незадымляемой, с поэтажными проходами через воздушную зону. В лестнично-лифтовом узле данной секции предусмотрена система механической противодымной вентиляции. Удаление дыма из коридоров жилой части здания происходит с помощью шахты дымоудаления и установленных на каждом этаже дымовых клапанов, автоматически открывающихся при пожаре. Подача наружного воздуха для противодымной защиты предусмотрена в лифтовую шахту. Двери лестнично-лифтового узла оборудованы приспособлениями для самозакрывания и уплотнением в притворах. Верхние фрамуги данных дверей заполнены армированным стеклом. Все двери лестничных клеток открываются в направлении пути эвакуации.

Все двери в мусорокамеру, электрощитовые, кладовые и машинное помещение лифтов запроектированы труднооткрываемыми.

Пассажирский лифт грузоподъемностью 1000 кг выполнен в варианте позволяющем использовать его пожарными подразделениями во время пожара.

#### **1.4. Мероприятия по обеспечению жизнедеятельности инвалидов и маломобильных групп населения**

При проектировании жилого дома учитывались требования по проектированию среды жизнедеятельности инвалидов и маломобильных групп населения ВСН 62-91\* и норм проектирования [1], [20].

Входы в жилой дом оборудуются пандусами с уклоном 1:12, обеспечивающими возможность подъема инвалида на уровень крылец с возможностью подъема инвалида на любой этаж жилого дома на лифте.

#### **1.5. Конструктивное решение здания**

В конструктивном решении здание 12-ти этажного жилого дома решено в бескаркасном варианте со сборными железобетонными перекрытиями. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается совместной работой несущих продольных и поперечных кирпичных стен и сборных плит перекрытий, укладываемых с чередованием направлений на несущие стены через этаж на монолитный железобетонный пояс. Данный конструктивный вариант перекрытия позволяет снизить нагрузки на несущие стены и появляется возможность не увеличивать толщину стены на первых этажах здания. В местах пропуска коммуникаций предусматриваются отверстия в многопустотных плитах перекрытий.

Климатический район строительства - II В.

Расчетная температура наружного воздуха в зимний период -27 С.

Нормативное ветровое давление (II район) -0,30 кПа.

Нормативный вес снегового покрова (III район).

Гидрологические условия - обычные.

Район не сейсмичен.

Здание - II -го уровня ответственности, II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Фундаменты выполнены на основании инженерно-геологических изысканий. Фундаменты запроектированы свайные. Сваи забивные

железобетонные квадратного сечения 30х30 см с поперечным армированием ствола по серии 1.011.1-10, вып.1. Сваи длиной 8,910. Шаг свай не менее 3d. Несущая способность свай по грунту 66тн. Ростверк - монолитный железобетонный плитный толщиной 1200 мм из бетона класса В 25. F 50. Основанием свайного поля служит глина со следующими расчетными характеристиками:

$$E=18 \text{ МПа}; Y=16,4 \text{ кН/м}; C=38 \text{ кПа}; F=19^\circ$$

Несущие стены 1-6 этажей выполнены из кирпича силикатного по ГОСТ 379-95; 7-12 этажей выполнены из кирпича глиняного обыкновенного полнотелого керамического по ГОСТ 530-2007 толщиной 380 мм. Перекрываемые пролеты – 3,6; 4,8; 5,1; 6,0; 6,8 и 7,2 м. Перекрытия выполнены в виде многопустотных плит перекрытия толщиной - 220мм.

Таблица 1.3

Фундаменты	Свайные с монолитным железобетонным ростверком в виде сплошной плиты.
Наружные стены	Слоистая конструкция: 1. выполняется из кирпича глиняного обыкновенного толщиной 380мм; 2. пенополистирольный утеплитель 120мм 3. тонкослойная штукатурка на основе цем.песчаного раствора
Перегородки	Пазогребневые гипсобетонные толщиной 80-100мм.
Санузлы	Армокирпичные, толщ. 65мм
Перекрытия и покрытия	Многопустотные сборные толщиной 220 мм.
Лестницы	Высота этажа 3,0м. Марши лестничные по серии-1.151.1-1, которые опираются на площадки лестничные по серии 1.152.1-8.
Крыша	Чердачная с внутренним водостоком (чердак холодный) (утепление - по плитам покрытия из минераловатных плит).
Кровля	Рулонная из 2-х слоев наплавленного материала типа «Унифлекс»;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оштукатурка битумным концентратом</li> <li>- стяжка из цементно - песчаного раствора М100;</li> <li>- керамзитовый гравий для создания уклона;</li> <li>- плиты минераловатные;</li> <li>- пароизоляция – 1 слой битумного материала;</li> <li>- оштукатурка битумным концентратом;</li> <li>- затирка из цементно-песчаного раствора;</li> <li>- железобетонная монолитная плита</li> </ul>
Окна	По ГОСТ 16289-86; индивидуальные пластиковые.
Двери	По ГОСТ 24698-81.
Двери	По ГОСТ 6629-88, внутренние.
Шахты лифтов	Монолитные железобетонные.
Мусоропровод	Металлические оцинкованные трубы с обкладкой кирпичом с системой промывки и прочистки по системе «Прана».
Ограждение лоджий	Кирпичное с армированием

Все двери в мусорокамеру, электрощитовые, кладовые, машинное помещение лифтов и в помещениях техподвала запроектированы труднооткрываемыми.

Таблица 1.4.

*СХЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОКОН И ОСТЕКЛЕНИЯ ЛОДЖИЙ*

<i>N п/п</i>	<i>Габариты, рисунок открывания.</i>	<i>Наименование</i>	<i>Размеры, мм</i>	<i>Примеч.</i>
ОКНА				
1.		<i>ИО-1</i>	<i>1460x2130</i>	
2.		<i>ИО-2</i>	<i>1460x1170</i>	
3.		<i>ИО-3</i>	<i>1460x1170</i>	

## ОСТЕКЛЕНИЕ ЛОДЖИЙ

7.		ОЛ-1	1590x4650	
----	--	------	-----------	--

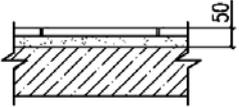
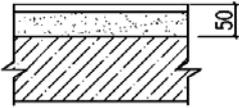
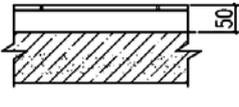
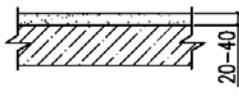
Таблица 1.5

### ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОЛОВ (начало)

Наименование или Nпомещ.	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола /наименование, толщина, основание и др./	Площадь М <sup>2</sup>
<b>1-ЫЙ ЭТАЖ</b>				
тамбуры межквартирный коридор, площадки лестничных клеток	T-3		-Покрытие -керамическая плитка -10мм -Клей -5мм -Выравнивающий слой цемент.-песч. р-р М150 -55мм -Гидроизоляция-гидроизол ГОСТ 7415-86* -Утеплитель- пенополистирол -50мм -ж/б плита -220мм	57.01
тамбуры	T-3а		-Покрытие -керамическая плитка -10мм -Клей -5мм -Выравнивающий слой цемент.-песч. р-р М150 -35мм -Гидроизоляция-гидроизол ГОСТ 7415-86* -Утеплитель- пенополистирол -50мм -ж/б плита -220мм	10.50
холлы, гостиные, спальни, кухни, кладовые	T-5		-Покрытие - линолеум на теплозвуко- изолирующей основе -5мм -клей -5мм -Выравнивающий слой цемент.-песч. р-р М150 -60мм -Гидроизоляция-гидроизол ГОСТ 7415-86* -Утеплитель-пенополистирол -50мм -ж/б плита -220мм	359.29
Санузлы, ванны	T-6		-Покрытие -керамическая плитка -10мм -Клей -5мм -Выравнивающий слой цемент.-песч. р-р М150 -55мм -Гидроизоляция-гидроизол ГОСТ 7415-86* -Утеплитель- пенополистирол -50мм -ж/б плита -220мм	30.95
Лоджии	T-7		-Ц/п. р-р с железнением поверхности-30-60мм -ж.б. плита -220мм	33.50
Электрощит.	T-8		-Покрытие из бетона класса В15 -20мм -Выравнивающий слой цемент.-песч. р-р М150 -50мм -Гидроизоляция-гидроизол ГОСТ 7415-86* -Утеплитель- пенополистирол -50мм -ж/б плита -220мм	5.30



*ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОЛОВ (продолжение)*

Наименование или №помещ.	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола /наименование, толщина, основание и др./	Площадь М <sup>2</sup>
<b>ЖИЛЫЕ ЭТАЖИ</b>				
межквартирный коридор, площадки лестничных клеток промежуточные площадки лестничных клеток	Т-4		-Покрытие -керамическая плитка -10мм -Клей -5мм -Выравнивающий слой цем.-песч. р-р М150 -35мм -ж/б плита -220мм	922.22
холлы, гостиные, спальни, кухни	Т-9		-Покрытие - линолеум на теплозвуко- изолирующей подоснове -5мм -Клеящая мастика или клей -5мм -Выравнивающий слой цем.-песч. р-р М150 -40мм -ж/б плита -220мм	5468.56
Санузлы, ванные	Т-10		-Покрытие -керамическая плитка -10мм -Клей -10мм -Выравнивающий слой цем.-песч. р-р М150 -30мм -Гидроизоляция-гидроизол ГОСТ 7415-86* -ж/б плита -220мм	476.48
Лоджии	Т-11		-Ц/п. р-р с железнением поверхности-20-40мм -ж.б. плита -220мм	710.89

### 1.6. Инженерное оборудование здания

Жилой дом оборудуется водопроводом, канализацией, центральным отоплением, электроснабжением, лифтами с системой диспетчеризации, телефонной сетью, системой коллективного приема телевизионных передач, радиосетью, а также охранной и пожарной сигнализацией. В подъезде дома предусматривается домофонная сеть с установкой переговорных устройств и кодовых замков.

### 1.7 Внутренняя отделка помещений здания

Внутренняя отделка 1) потолки помещений затираются и окрашиваются клеевой краской; 2) стены и перегородки - улучшенная штукатурка с последующей покраской воднодисперсионными красками и облицовкой мокрых помещений или стен с сан приборами керамической

плиткой на высоту - 1800мм; 3) стены жилых помещений - улучшенная штукатурка с последующей окраской воднодисперсионными красками в помещениях тамбуров входов, лестниц лифтовых холлах; улучшенная штукатурка и обои улучшенного качества для помещений жилых квартир; облицовка керамической плиткой на высоту 1800мм помещений санузлов и банные и рабочей стены кухонь.

### **НИР: Исследование тепло-влажностного состояния наружной стены при утеплении с наружной стороны**

#### **Исходные данные:**

Город строительства	<i>Пенза;</i>
Тип здания	<i>Жилой дом;</i>
Тип ограждающей конструкции	<i>Наружные стены;</i>
Высота здания	<i>H = 35 м;</i>
Состав ограждающей конструкции	

Таблица 1.6

	<b>Материал слоя</b>	<b>Толщина, м</b>
1	Цементнопесчаный раствор, 1800	0,03
2	Кладка кирпичная из глиняного обыкновенного на цементнопесчаном растворе, 1800	0,38
3	Пенополистирол, 40	0,12
4	Цементнопесчаный раствор, 1800	0,02

#### **Дополнительные исходные данные:**

- расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 20\text{ }^{\circ}\text{C};$
- расчетная влажность внутреннего воздуха  $w_g = 55\%;$

#### **Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций**

##### **Определяемые и рассчитываемые параметры:**

- влажностный режим помещения [4, табл. 1] нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций [4, табл. 2]  $A;$
- коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху [4, табл. 6]  $n = 1;$
- расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая согласно ГОСТ 30494, СанПиН 2.1.2.1002 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений (задание на проектирование)  $t_{int} = 20\text{ }^{\circ}\text{C};$

- расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [2, табл. 1]  $t_{ext} = -27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [4, табл. 7]  $\alpha_{int} = 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [5, табл. 8]  $\alpha_{ext} = 23\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала первого слоя [4, прил. Д]  $\lambda_1 = 0,76\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала второго слоя [4, прил. Д]  $\lambda_2 = 0,7\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала третьего слоя [4, прил. Д]  $\lambda_3 = 0,041\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала четвертого слоя [4, прил. Д]  $\lambda_4 = 0,76\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ;
- упругость водяного пара начала конденсации влаги внутри помещения  $E_g = 2,339\text{ кПа}$
- упругость водяного пара внутри помещения  $e_g = E_g \cdot w_g = 2,339 \cdot 55\% = 1,286\text{ кПа}$ ;
- температура точки росы в помещении имеющемся парциальном давлении  $t_p = 10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [4, табл. 5]  $\Delta t_n = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции из санитарно-гигиенических и комфортных условий

$$R_{red} = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}} = \frac{1 \cdot (20 - (-27))}{4 \cdot 8,7} = 0,626\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт};$$

- длительность отопительного периода [2, табл. 1]  $z_{ht} = 200\text{ сут}$ ;
- средняя температура отопительного периода наружного воздуха за отопительный период [2, табл. 1]  $t_{ht} = -4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- градусо-сутки отопительного периода  $GCOП (D_d) = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (20 - (-4,1)) \cdot 200 = 4820$
- определяется нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции из условий энергосбережения [3, табл. 4]  $R_{reg}$  ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ );
- для величин  $D_d$  отличающихся от табличных значения нормируемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции ( $R_{reg}$ ) следует определять по формуле:

$$R_{reg} = a \cdot D_d + b,$$

Где  $a, b$ - коэффициенты, значения которых следует определять по табл.4 [3] для соответствующих групп зданий.

- Нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции из условий энергосбережения  $R_{reg} = 3,09 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;
- фактическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,030}{0,76} + \frac{0,380}{0,7} + \frac{0,100}{0,041} + \frac{0,020}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,194 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;
- расчетный температурный перепад между температурой внутри помещения и температурой на внутренней поверхности ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{R_0 \cdot \alpha_{int}} = \frac{1 \cdot (20 - (-27))}{3,2 \cdot 8,7} = 1,7 \text{ °C};$$

### **Выводы**

Поскольку фактическое сопротивление теплопередаче больше требуемого:  $R_0 = 3,194 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > R_{reg} = 3,09 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  – конструкция не требует утепления, и расчетный температурный перепад меньше нормируемого  $\Delta t_0 = 1,7(\text{°C}) < \Delta t_n = 4,0(\text{°C})$  – конструкция удовлетворяет требованиям тепловой защиты здания.

### **Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций**

#### **Определяемые и рассчитываемые параметры:**

- нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций [4, табл. 11]  $G^H = 0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ;
- сопротивление воздухопроницанию первого слоя ограждающей конструкции [5, табл17]  $R_{infl} = 373,00 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$
- сопротивление воздухопроницанию второго слоя ограждающей конструкции [5, табл17]  $R_{inf2} = 18,00 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$
- сопротивление воздухопроницанию третьего слоя ограждающей конструкции [5, табл17]  $R_{inf3} = 79,00 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$
- сопротивление воздухопроницанию четвертого слоя ограждающей конструкции [5, табл17]  $R_{inf4} = 373,00 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$
- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более [2, прил. 4]  $v = 5,600 \text{ м}/\text{с}$ ;
- удельный вес внутреннего воздуха, определяемый по формуле

$$\gamma_s = \frac{3463}{273 + t_s} = \frac{3463}{273 + 20} = 11,819 \text{ Н}/\text{м}^3;$$

- удельный вес наружного воздуха,  $\text{Н}/\text{м}^3$ , определяемый по формуле

$$\gamma_n = \frac{3463}{273 + t_n} = \frac{3463}{273 + (-29)} = 14,193 \text{ Н}/\text{м}^3;$$

- разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_e) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2 =$$

$$= 0,55 \cdot 7,5 \cdot (14,193 - 11,819) + 0,03 \times 14,193 \cdot 5,600^2 = 23,143 \text{ Па}$$

- требуемое сопротивление конструкции воздухопроницанию

$$R_{inf}^{reg} = \frac{\Delta p}{G^n} = \frac{23,143}{0,5} = 46,286 \text{ Н/м}^3;$$

- фактическое сопротивление конструкции воздухопроницанию

$$R_{inf}^{des} = \sum_i R_{inf_i} = 373,00 + 18,00 + 79,00 + 373,00 = 844 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг};$$

#### Выводы

Поскольку фактическое сопротивление воздухопроницанию больше требуемого:  $R_{inf} = 844 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{inf}^{des} = 46,286 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$  – воздухопроницаемость стены обеспечена.

#### Сопротивление паропроницанию ограждающих конструкций

##### *Определяемые и рассчитываемые параметры:*

- расчетный коэффициент паропроницаемости материала первого слоя [5, прил. Д]  $\mu_1 = 0,09 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- расчетный коэффициент паропроницаемости материала второго слоя [5, прил. Д]  $\mu_2 = 0,1100 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- расчетный коэффициент паропроницаемости материала третьего слоя [5, прил. Д]  $\mu_3 = 0,05 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- расчетный коэффициент паропроницаемости материала четвертого слоя [5, прил. Д]  $\mu_4 = 0,09 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- средняя упругость водяного пара наружного воздуха за годовой период [2, прил. 3]  $e_{ext} = 0,740 \text{ Па}$ ;
- продолжительность, периода влагонакопления [2, прил. 3]  $z_0 = 154 \text{ суток}$ ;
- средняя температура наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами  $t_0 = -8,440 \text{ °C}$ ;
- упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами  $E_0 = 0,284 \text{ кПа}$ ;
- плотность материала увлажняемого слоя [1, прил. 3\*] или [4, прил. Д]  $\gamma_w = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;
- толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, принимаемая равной 2/3 толщины однородной стены или толщине теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции  $\delta_w = 0,020 \text{ м}$ ;
- предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя за период

влажностного накопления [1, табл. 14\*]  $\Delta w_{cp} = 15,00$   
%

- продолжительность зимнего периода [2, табл. 1]  $z_1 = 4$  мес;
- средняя температура наружного воздуха зимнего периода [2, табл. 1]  $t_1 = -9,70$  °С;
- упругость водяного пара, принимаемая по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха зимнего периода  $E_1 = 0,260$  кПа;
- продолжительность весенне-осеннего периода [2, табл. 1]  $z_2 = 3$  мес;
- ср. температура наружного воздуха весенне-осеннего периода [2, табл. 1]  $t_2 = 1,80$  °С;
- упругость водяного пара, принимаемая по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха летнего периода  $E_2 = 0,705$  кПа;
- продолжительность летнего периода [2, табл. 1]  $z_3 = 5,00$  мес;
- средняя температура наружного воздуха летнего периода [2, табл. 1]  $t_3 = 16,14$  °С;
- упругость водяного пара, принимаемая по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха летнего периода  $E_3 = 1,817$  кПа;
- упругость водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации

$$E = \frac{1}{12}(E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3) = \frac{1}{12} \cdot (0,260 \cdot 4 + 0,705 \cdot 3 + 1,817 \cdot 5,00) = 1,020 \text{ кПа};$$

- ср. температура наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами [2, табл. 1]  $t_{н.0} = -8,440$  °С;
- средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами [2, прил. 3]  $e_{н.0} = 0,324$  Па;
- сопротивление паропрооницанию части ограждающей конструкции, расположенной между ее наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации  $R_{п.н.} = 0,074$  м<sup>2</sup>·ч·Па/кг;

- коэффициент

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (E_0 - e_{н.0}^{ext}) \cdot z_0}{R_{vp}^e} = \frac{0,0024 \cdot (0,284 - 0,324) \cdot 154 \cdot 1000}{0,074} = -199,588$$

- требуемое сопротивление паропрооницанию (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации)

$$R_{vp.1}^{reg} = \frac{(e_{int} - E) \cdot R_{vp}^e}{E - e_{ext}} = \frac{(1,286 - 1,020) \cdot 0,074}{1,020 - 0,740} = 0,070 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}$$

- требуемое сопротивление паропроницанию (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха)

$$R_{vp2}^{reg} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_{ext} - E_0)}{\gamma_w \cdot \delta_w \cdot \Delta w_{cp} + \eta} = \frac{0,0024 \cdot 154 \cdot (1,286 - 0,284) \cdot 1000}{1800 \cdot 0,020 \cdot 15,00 + -199,588} = 1,088$$

м<sup>2</sup>·ч·Па /кг;

- фактическое сопротивление конструкции паропроницанию

$$R_n = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i} = \frac{0,030}{0,09} + \frac{0,380}{0,1100} + \frac{0,100}{0,05} + \frac{0,020}{0,09} = 6,410 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг};$$

### **Выводы**

Поскольку фактическое сопротивление паропроницанию больше требуемого:  $R_n = 6,410 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг} > R_{vp2}^{reg} = 1,088 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$  – пароизоляция конструкции обеспечена

### **Оценка возможности образования конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции в зимнее время года**

Для оценки возможности образования конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции последовательно определяются:

- температура на внутренней и внешней поверхности и на границах всех слоев ограждающей конструкции по формуле

$$\tau_x = t_{int} - \frac{t_{int} - t_{ext}}{R_0} \cdot \sum_{x-1} \left( \frac{1}{\alpha_{int}} + R_x \right)$$

- фактическую упругость водяного пара на внутренней и внешней поверхности и на границах всех слоев ограждающей конструкции по формуле

$$e_x = e_{int} - \frac{e_{int} - e_{ext}}{R_n} \cdot \sum_{x-1} R_n$$

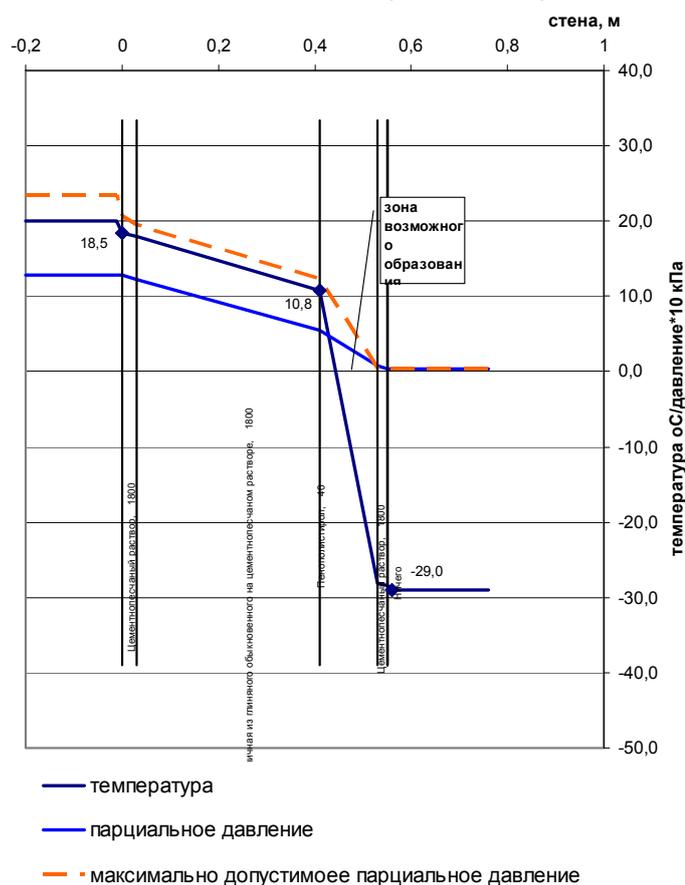
- упругость начала конденсации водяного пара на внутренней и внешней поверхности и на границах всех слоев ограждающей конструкции [3, табл. V.1]

Для наглядности вычисления сводятся в таблицу. По результатам вычислений строится графики распределения температуры, упругости водяного пара и максимальной упругости водяного пара.

Таблица 1.7

№ п.п	№ слоя	Сопротивление теплопередаче отдельного слоя, $R_i$	Сопротивление теплопередаче слоев внутри $R_x$	Сопротивление паропроницанию отдельного слоя $R_n$	Сопротивление паропроницанию всех слоев внутри $\Sigma R/$	температура	парциальное давление	максимально допустимое парциальное давление
	помещение					20,0	12,863	23,387
1	изнутри	0,115	0,115	0,000	0,000	18,475	12,863	20,640
2	граница 1-2	0,039	0,154	0,333	0,333	17,952	12,212	19,373
3	граница 2-3	0,543	0,697	3,455	3,788	10,751	5,469	12,280
4	граница 3-4	2,927	3,624	2,400	6,188	-28,074	0,785	0,413
5	граница 4-5	0,026	3,650	0,222	6,410	-28,423	0,351	0,413
	улица	0,043	3,694	0,000	6,410	-29,0	0,351	0,413
		$\Sigma=$	3,694	$\Sigma=$	6,410			

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В ТОЛЩЕ КОНСТРУКЦИИ



### Выводы

Анализ распределения линий парциального давления по стене показывает, что при заданных температурно-влажностных условиях и параметрах ограждающей конструкции в холодное время года на внутренней поверхности и внутри стены не будет образовываться конденсат.

## **2 Раздел технической эксплуатации здания**

### **2.1. Обеспечение тепловой защиты здания**

Нормами установлены три требования тепловой защиты здания:

А) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

Б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть больше нормируемого значения (комплексное требование)

В) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование);

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований «А» и «Б» и «В»

Необходимо проверить соблюдены ли требования в данном здании.

Расчетные условия: г. Пенза- III климатический район строительства, зона сухая, внутренний режим эксплуатации жилых помещений – нормальный (при  $t = 20 \text{ C}$ ,  $\phi=50\%$ ), согласно табл.2[4] условие эксплуатации ограждающей конструкции - А.

## 2.2. Расчет по оценке энергетической эффективности объекта

### 2.2.1. Общая характеристика здания

Двенадцатиэтажный жилой дом со сборными железобетонными перекрытиями и несущими кирпичными стенами расположен в г. Пенза на ул. Рахманинова.

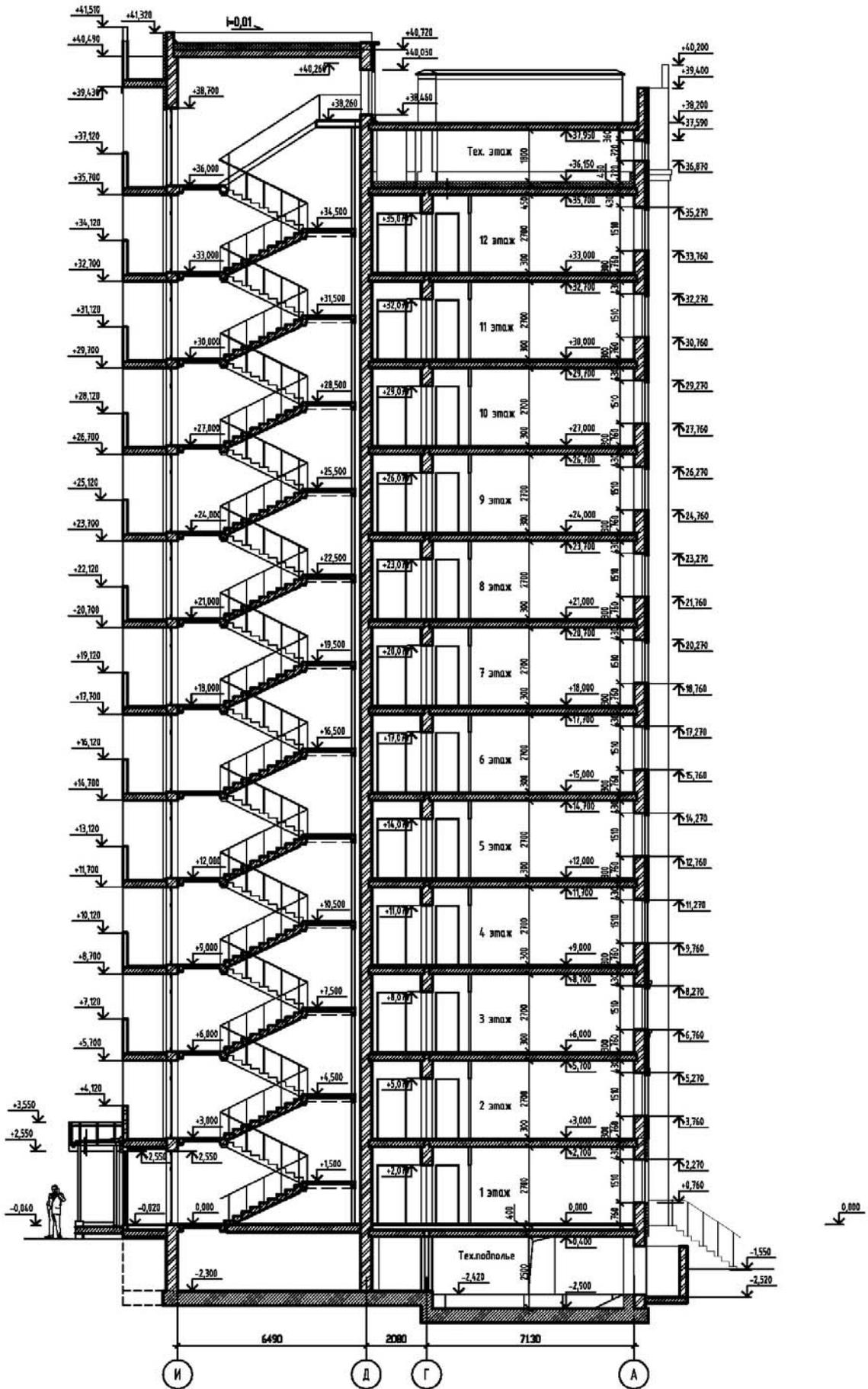
Жилой дом спроектирован прямоугольной формы в плане с выступающими пилонами лоджий, размеры в осях 15,7м × 44,6,0м.

Здание двухсекционное с техническим подвалом, в котором размещаются системы отопления и горячего водоснабжения. Высота этажа +3,0м. За отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа жилого дома.

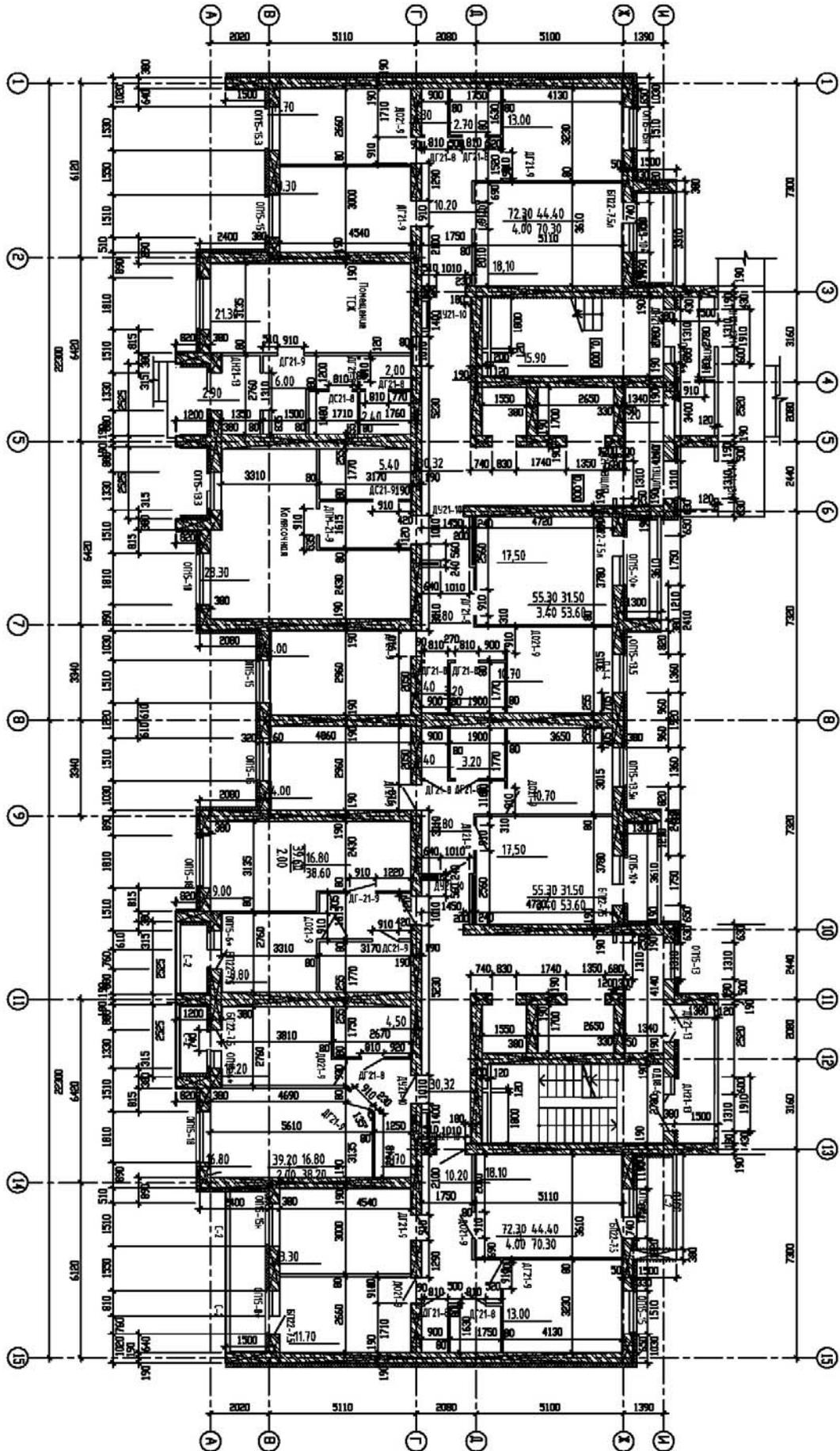
Фасад 15-1



# Разрез 1-1



План типового этажа



### **2.2.2. Проектное решение здания**

В конструктивном решении здание 12-ти этажного жилого дома решено в бескаркасном варианте со сборными железобетонными перекрытиями. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается совместной работой продольных и поперечных несущих стен и дисков перекрытий. В местах пропуска коммуникаций предусматриваются отверстия в плитах перекрытий.

Фундаменты запроектированы свайные. Сваи забивные железобетонные квадратного сечения 30х30 см с поперечным армированием ствола по серии 1.011.1-10, вып.1. Сваи длиной 8,910. Шаг свай не менее 3d. Несущая способность сваи по грунту 66тн. Ростверк - монолитный железобетонный ленточный толщиной 500 мм из бетона класса В 25.Ф 50.

Перекрытия из сборных железобетонных плит с круглыми пустотами толщиной - 220мм.

Слоистая конструкция:

1. кирпичная стена толщиной 380мм.
2. пенополистирольный утеплитель 120мм.
3. наружная штукатурка толщиной 20 мм.

Здание с холодным чердаком. Покрытие здания выполнено по железобетонной плите, утепленной минераловатными плитами. Состав покрытия следующий:

- Рулонная из 2-х слоев наплавленного материала типа «Унифлекс»;
- огрунтовка битумным концентратом
- стяжка из цементно - песчаного раствора М100;
- керамзитовый гравий для создания уклона;
- плиты минераловатные;
- пароизоляция – 1 слой битумного материала;
- огрунтовка битумным концентратом;
- затирка из цементно-песчаного раствора;
- железобетонная плита

Внутренние стены и перегородки выполнены из утолщенного силикатного рядового полнотелого кирпича по ГОСТ 379-95 на цементно-песчаном растворе. В санузлах перегородки выполнены из керамического полнотелого рядового кирпича на цементно-песчаном растворе М50 толщиной 65 мм.(кирпич на ребро) Межквартирные перегородки делаются двойными со средним звукоизоляционным слоем. Перемычки - сборные железобетонные по серии 1.038.1-1 вып.4 для кладки из утолщенного кирпича.

### **2.2.3. Объемно-планировочные параметры здания и описание его конструктивного решения**

Объемно-планировочные параметры здания:

Отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий,  $V_{от}$  – 29668,9 м<sup>3</sup>;

Сумма площадей этажей здания  $A_{от} = 7402,6 \text{ м}^2$ ;

Площадь жилых помещений  $A_{жс} = 4922,8 \text{ м}^2$ ;

Расчетное количество жителей  $t_{жс} = 5 \text{ чел} \times 96 \text{ кв} = 300 \text{ чел}$

Высота здания от пола 1 этажа до обреза вытяжной шахты – 41,32 м

Площадь фасадов здания  $A_{фас} = (44,6 \times 39,4 \times 2) + (15,7 \times 39,4 \times 2) = 4751,64 \text{ м}^2$ ;

Площадь окон  $A_{ок} = 772,8 \text{ м}^2$ ; и балконных дверей 197,86 м<sup>2</sup>;

Площадь окон лестнично-лифтовых узлов

$A_{ллу} = [1,8 \times 0,6 \times 12 \times 2 + 2,1 \times 1,3 \times 4 \times 12] = 156,96 \text{ м}^2$ ;

Площадь входных дверей  $A_{ов} = 2,1 \times 1,3 \times 2 = 2,73 \times 2 = 5,46 \text{ м}^2$ ;

Площадь стен лестнично-лифтовых узлов  $A_{ст ллу} = 2,78 \times 40,5 \times 2 = 225,18 \text{ м}^2$ ;

Площадь стен всего  $A_{ст} = 4119,46 \text{ м}^2$ ;

Площадь покрытий  $A_{покp} = 726,1 \text{ м}^2$ ;

Площадь перекрытий над техническим подпольем  $A_{цок} = 726,1 \text{ м}^2$ ;

Общая площадь нар. ограждающих конструкций здания  $A_i^{sum} = 6542,32 \text{ м}^2$ ;

-

– площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по двум направлениям,

Северное направление  $A_3=384 \text{ м}^2$ ;

Южное направление  $A_4=388,8 \text{ м}^2$ ;

По рассчитанным объемно-планировочным параметрам определяем показатели объемно-планировочного решения:

- коэффициент остекленности фасадов здания  $f, \%$ , п.5.11, [1]:

$$f = A_F / A_w$$

$$f = (772,8 / 4119,46) \cdot 100 = 18\%, \text{ что соответствует нормативным}$$

требованиям

- показатель компактности здания  $k_e^{\text{des}}$  п.5.15, [4]:

$$K_{\text{комп}} = A_l^{\text{sum}} / V_h$$

$$K_{\text{комп}} = 6542,3 / 29668,9 = 0,22, \text{ что не превышает рекомендуемого для 12-}$$

ти этажного жилого дома по нормам равного 0,25.

#### 2.2.4. Климатические и теплоэнергетические параметры

1. Расчетная температура внутреннего воздуха здания с жилыми помещениями  $t_{\text{int}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

2. Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года  $t_{\text{ext}}$ , для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимается равной средней температуры наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 согласно [2].

$$t_{\text{ext}} = -27 \text{ }^\circ\text{C}.$$

3. Продолжительность отопительного периода  $z_{\text{ht}}$  по табл. 1 [2].

$$z_{\text{ht}} = 200 \text{ сут.}$$

4. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период  $t_{\text{ht}}$  по табл. 1 [2].  $t_{\text{ht}} = -4,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

5. Градусо-сутки отопительного периода  $D_d$  следует вычислять по формуле (5.2), [4]

$$G_{\text{соп}} = D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) z_{\text{ht}}, \quad D_d = (20 - (-4,1)) \cdot 200 = 4820 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

6. Расчетная температура воздуха подвала  $t_{\text{ext}}^0 = +2 \text{ }^\circ\text{C}$  при наличии в подвале труб систем отопления и горячего водоснабжения исходя из расчета теплопоступлений от инженерных систем.

7. Расчетная температура холодного чердака. Принимается равной температуре наружного воздуха  $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}$ .

### Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания

Удельная теплозащитная характеристика здания,  $k_{об}$  п.5.1 [4].

- 1)  $R_0 \geq R_0^H = R_0^{TP}$ ;
- 2)  $k_{об} \leq k_{об}^{TP}$ ;
- 3)  $\tau_g > \tau_P$ ;

$k_{об}$  – физическая величина, численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в  $1^{\circ}\text{C}$  через теплозащитную оболочку здания

$$t_{ЛЛУ} = 18^{\circ}\text{C};$$

$$n_{ЛЛУ} = \frac{t_{ЛЛУ} - t_{om}}{t_g - t_{om}} = \frac{(18 + 3)}{(20 + 3)} = 0,913, \quad \text{коэффициент, учитывающий отличие}$$

температуры ЛЛУ от температуры жилого помещения, по п.5.3 [4].

$$n_{под} = \frac{t_g - t_{нод}}{t_g - t_{om}} = \frac{(18 - 5)}{(20 + 3)} = 0,652, \quad \text{коэффициент, учитывающий отличие}$$

внутренней температуры подполья от температуры внутреннего воздуха.

### Описание ограждающих конструкций здания

#### 1. Наружная стена

	Материал слоя	Толщина, м
1	Цементнопесчаный раствор, $j=1800\text{кг/м}^3$	0,03
2	Кладка кирпичная из глиняного обыкновенного на цементнопесчаном растворе, $j=1800\text{кг/м}^3$	0,38
3	Пенополистирол, $j=40\text{кг/м}^3$	0,12
4	Цементнопесчаный раствор, $j=1800\text{кг/м}^3$	0,02

Сопrotивление теплопередачи наружной стены с утеплением с учетом коэффициента теплотехнической однородности по п 8.17 [3].

Если  $\delta_{ext} = 0,38 \text{ м} \rightarrow r = 0,74$

$$R_0 = r \cdot \left( \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_{gi}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) = r = 0,74 \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{0,76} + \frac{0,380}{0,76} + \frac{0,150}{0,041} + \frac{0,020}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 4,4 \times 0,74 = 3,25 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт});$$

$$R_{o\text{ ст}}^H = a \times \Gamma \text{СОП} + b = 0,00035 \times 4820 + 1,4 = 3,09 (\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт});$$

$$R_{o\text{ ст}}^{\text{нр}} = 3,25 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_{o\text{ ст}}^H = 3,09 (\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}).$$

**Вывод:** по показателю «1» п.5.1[4] тепловая защита стены соответствует требованиям.

## 2. Покрытие совмещенное

1- ж/б плита  $\delta_1=0,22 \text{ м}$ ,  $\lambda_1= 1,92 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$ ,  $\gamma=2500 \text{ кг/м}^3$ ;

2. затирка ц.п.  $\delta_2=0,01 \text{ м}$ ,  $\lambda_2= 0,76 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$ ,  $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$ ;

3- рубероид  $\delta_3=0,005 \text{ м}$ ,  $\lambda_3= 0,17 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$ ,  $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$ ;

4- пенополистирольная плита  $\delta_4=0,18 \text{ м}$ ,  $\lambda_4= 0,041 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$ ,  $\gamma=80 \text{ кг/м}^3$ ;

5- плиты из ячеистого бетона  $\delta_5=0,06 \text{ м}$ ,  $\lambda_5= 0,22 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$ ,  $\gamma=400 \text{ кг/м}^3$ ;

6- стяжка ц.п.  $\delta_6=0,025 \text{ м}$ ,  $\lambda_6= 0,76 \text{ Вт/м} \times \text{°C}$ ,  $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$ ;

$$\alpha_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}, \alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт/м}^2 \times \text{°C}$$

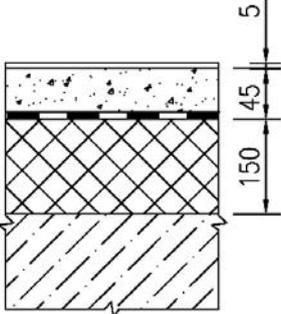
$$R_{0\text{ покр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,18}{0,041} + \frac{0,06}{0,22} + \frac{0,025}{0,76} + \frac{1}{23} = 5,06 \text{ м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_{o\text{ покр}}^H = a \times \Gamma \text{СОП} + b = 0,0005 \times 4820 + 2,2 = 4,61$$

$$R_{o\text{ покр}} = 5,106 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_{o\text{ покр}}^H = 4,61 (\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}).$$

**Вывод:** по показателю «1» п.5.1[4] тепловая защита покрытия соответствует требованиям.

## 3. Перекрытие над техподпольем

<p>жилые комнаты кухни прихожие коридоры кладовые холлы</p>	<p>②</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Линолеум на теплозвукоизолирующей подоснове – 5 мм</li> <li>- Мастика клеящая</li> <li>- Стяжка из легкого бетона, класса В7,5 <math>\gamma=1200 \text{ кг/м}^3</math> армированная сеткой <math>d=6 \text{ А1}</math> ячейки <math>150 \times 150</math> – 45 мм</li> <li>- Гидроизол</li> <li>- Теплоизоляция – плиты полистирольные марки ПСБ-С М40 по ГОСТ 15588-86 <math>\gamma=40 \text{ кг/м}^3</math> – 150 мм</li> <li>- Панель перекрытия</li> </ul> <p style="text-align: right;">Толщина пола – 200 мм</p>
---	----------	---	---

$$R_{o_{цок}}^{np} = \frac{1}{8,7} + 0,117 + \frac{0,02}{0,17} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{0,45}{0,76} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{1}{17} = 4,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

$$R_{o_{цок}}^h = a \times \text{ГСОП} + b = 0,00045 \times 4820 + 1,9 = 4,069 (\text{м}^2 \text{°C} / \text{Вт}).$$

**Вывод:** по показателю «а» п.5.1[4] тепловая защита цокольного перекрытия соответствует требованиям.

4. **Окна** с двухкамерным стеклопакетом из стекла с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздухом, расстояние между стеклами 18 мм, по прил. К [4]:

$$R_{o_{ок}}^{np} = 0,53 (\text{м}^2 \text{°C} / \text{Вт}).$$

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче окон по п.3[4]:

$$R_{o_{ок}}^h = a \times \text{ГСОП} + b = 0,000075 \times 4820 + 0,152 = 0,51 (\text{м}^2 \text{°C} / \text{Вт}).$$

$$R_{o_{ок}}^{np} = 0,53 (\text{м}^2 \text{°C} / \text{Вт}) > R_{o_{ок}}^h = 0,51 (\text{м}^2 \text{°C} / \text{Вт}).$$

**Вывод:** по показателю «а» п.5.1[4] тепловая защита окон соответствует требованиям.

## 5. Входные двери

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_{o_{дв}}^{np} = 0,83 (\text{м}^2 \text{°C} / \text{Вт}).$$

Удельная теплозащитная характеристика здания,  $k_{об}$  определяется по формуле Ж.1[1]:

$$K_{об} = \frac{1}{V_{отп}} * \sum \left[ n_{e,t} * \frac{A_{e,t}}{R_{e,t}} \right] = K_{конт} * K_{обдв}$$

где  $V_{отп}$  - отапливаемый объем здания,  $\text{м}^3$ ,

$n_{e,t}$  – коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчетах ГСОП, определяется по формуле:

$$n_{e,t} = \frac{t_{в}^{ср} - t_{от}^{ср}}{t_{в} - t_{от}}$$

где  $t_{в}^{ср}$ ,  $t_{от}^{ср}$  - средняя температура внутреннего и наружного воздуха для данного помещения,

$t_{в}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания,

$t_{от}$  - средняя температура наружного воздуха отопительного периода.

$A_{ф,i}$  - площадь, соответственного фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $m^2$ ,

$R_{о,i}^{пр}$  - приведенное сопротивление теплопередачи  $i$ -ого фрагмента теплозащитной оболочки здания,

$K_{комп}$  - коэффициент компактности здания, определяемый по формуле:

$$K_{комп} = \frac{A_{н}^{сум}}{V_{от}}$$

$K_{общ}$  - общий коэффициент теплопередачи здания, определяемый по формуле:

$$K_{общ} = \frac{1}{A_{н}^{сум}} * \sum \left[ t_{с,i} * \frac{A_{ф,i}}{R_{о,i}^{пр}} \right]$$

$$k_{об} = (1/29668,9) \times [1 \times (4119,46/3,25) + 1 \times (726,1 / 5,1) + 1 \times (772,8 / 0,53) + 0,913 \times (225,18 / 4,4) + 0,913 \times (156,96 / 0,53) + 1 \times (5,46/0,83) + 0,652 \times (726,1/4,7)] = 0,156 (Вт/м^3 \text{ } ^\circ C).$$

Нормируемое значение  $k_{об}^{тр}$  определяется по табл.7, [4], а для промежуточных значений величин отапливаемого объема здания и ГСОП, а также для зданий с отапливаемым объемом более 200000  $m^3$  - рассчитывается по формулам 5.5, 5.6 [1], при  $V_{от} < 960 [m^3]$  (см. прим. 1 к табл.7, [4]). по формуле 5.5:

$$k_{об}^{тр} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{от}}} & V_{от} \leq 960 \\ \frac{0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0,00013 \cdot \text{ГСОП} + 0,61} & V_{от} > 960 \end{cases} \quad (5.5)$$

$$k_{об}^{тр} = \frac{8,5}{\sqrt{\text{ГСОП}}} \quad (5.6)$$

при  $V_{от} = 29668,9 > 960 [m^3]$  по формуле 5.6:

$$k_{об}^{тр} = \frac{8,5}{\sqrt{\text{ГСОП}}} = \frac{8,5}{\sqrt{4820 [^\circ C * сут]}} = 0,122 (Вт/м^3 \text{ } ^\circ C).$$

$$k_{об}^{тр} = (0,16 + 10 / \sqrt{29668,9}) / (0,00013 \times 4820 + 0,61) = 0,178 (Вт/м^3 \text{ } ^\circ C).$$

Прим.2 к табл.7, [1], таким образом принимаем:

$$k_{об}^{TP}=0,178(Bm/м^{30}C).> k_{об}=0,156(Bm/м^{30}C).$$

$$K_{комп} = \frac{A_n^{сум}}{V_{от}} = \frac{6542,32}{29668,9} = 0,22$$

$$K_{общ} = \frac{k_{об}}{k_{комп}} = \frac{0,156}{0,22} = 0,7$$

**Удельная вентиляционная характеристика здания,  $K_{вент}$  по Г2.[1]:**

$$K_{вент} = 0,28 * c * n_в * \beta_в * \rho_в^{вент} * (1 - K_{зф})$$

где  $c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 [кДж/(кг\*°C)],

$n_в$  - средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, [час<sup>-1</sup>],

$\beta_в$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,

$\rho_в^{вент}$  - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, определяется по формуле:

$$\rho_в^{вент} = \frac{353}{273 + t_{от}} = \frac{353}{273 - 4,1^{\circ}C} = 1,31 [кг/м^3]$$

$K_{зф}$  - коэффициент эффективности рекуператора.

$$n_в = \left( \frac{L_{вент} * n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} * n_{инф}}{168 * \rho_в^{вент}} \right) / (\beta_в * V_{от})$$

где  $L_{вент}$  - количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке равно для

а) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м<sup>2</sup> общей площади на человека –  $3 * A_{ж} = 3 * 4922,8 = 14768,5 [м^3/ч]$ ,

б) других жилых зданий –  $0,35 * h_{от} * A_{ж} = 0,35 * 3 [м] * 4922,8 [м^2] = 5169,0 [м^3/ч]$ , но не менее  $30 * m = 30 * 300 = 9000 [м^3/ч]$ ,

где  $m$  – расчетное число жителей в здании.

Общая площадь квартир в жилом доме:  $4922,86 [м^2]$

Расчетная заселенность квартир составляет:  $4922,8/300 = 16,5 [м^2]$

Следовательно,

$$L_{вент} = 14768,5 [м^3/ч]$$

$n_{вент} = 168 [ч]$  число часов работы вентиляции в течении недели;

$$G_{инф} = 0,3 * \beta_в * \frac{V_{инф}}{2};$$

$$G_{инф} = 0,3 * 0,85 * \frac{650}{2} = 82,8 \text{ кг/ч.}$$

где  $\beta_v = 0,85$ ,

$$n_{\text{инф}} = 168 [\text{ч}]$$

$$\rho_{\text{вент}} = 1,31 [\text{кг}/\text{м}^3]$$

$$V_{\text{ин}} = 29668,9 [\text{м}^3]$$

тогда

$$n_6 = [(14768,5 \times 168) / 168 + (82,8 \times 168) / (168 \times 1,31)] / (0,85 \times 29668,9) = 0,588 \text{ час}^{-1}$$

Удельная вентиляционная характеристика здания,  $K_{\text{вент}}$ :

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \times 1 \times 0,588 \times 0,85 \times 1,31 \times (1 - 0) = 0,183 (\text{Вт}/\text{м}^3 \text{С}).$$

Удельная характеристика бытовых тепловыделений,  $K_{\text{быт}}$  по ф.Г.6.[1]:

$$K_{\text{быт}} = \frac{q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{ж}}}{V_{\text{от}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{отн}})}$$

$q_{\text{быт}}$  - величина тепловыделений, требование пункта Г.5. для жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее  $20 \text{ м}^2$  общей площадью на человека

$q_{\text{быт}} = 17 (\text{Вт}/\text{м}^2)$ ; тогда

$$k_{\text{быт}} = (17 \times 4922,8) / [29668,9 \times (20 + 4,1)] = 0,117 (\text{Вт}/\text{м}^3 \text{С}).$$

**Удельная характеристика теплопоступлений от солнечной радиации,  $k_{\text{рад}}$ , ( $\text{Вт}/\text{м}^3 \text{С}$ ). по ф. Г.7.[4]**

$$K_{\text{рад}} = \frac{11,6 \cdot Q_{\text{рад}}^{\text{год}}}{V_{\text{от}} \cdot \text{ТСОП}}$$

где  $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$  - теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям.

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot (A_1 \cdot I_1 + A_2 \cdot I_2 + A_3 \cdot I_3 + A_4 \cdot I_4)$$

$$\tau_1 = 0,8 \quad \tau_2 = 0,74$$

Площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по двум направлениям,  $A_3$   $A_4$  -  $\text{м}^2$

Северное направление  $A_3 = 384,0 \text{ м}^2$ ;

Южное направление  $A_4 = 388,8 \text{ м}^2$ ;

Тогда

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = 0,8 \times 0,74 \times (384,0 \times 695 + 388,8 \times 1671) = 916570,8 \text{ МДж};$$

$$K_{\text{рад}} = (11,6 \times 916570,8) / (29688,9 \times 4820) = 0,074 (\text{Вт}/\text{м}^3 \text{С}).$$

**Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания  $q_{от}^P$  :**

$$q_{от}^P = [K_{об} + K_{вент} - (K_{об} + K_{вент}) * \nu * \xi] * (1 - \xi) * \beta_h$$

где  $\nu$  - коэффициент снижения теплоступлений за счет тепловой инерции ограждающей конструкции

$$\nu = 0,7 + 0,000025 * (ГСОП - 1000) = 0,7 + 0,000025 * (4820 [°C * сут] - 1000) = 0,796$$

$\xi$  - коэффициент, учитывающий снижение теплотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление,

$\beta_h$ - коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях. Теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения: для протяженных зданий  $\beta_h = 1,13$

$$q_{om}^p = [(0,156 + 0,183 - (0,117 + 0,074) * 0,796 * 0,9 * (1 - 0) * 1,13] = 0,12 (Вт/м^3°C).$$

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по табл.14[4] и для жилых зданий свыше 12 этажей составит:

$$q_{om}^{mp} = 0,290 (Вт/м^3°C).$$

В соответствии с таблицей 15[4], величина отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого определяется по формуле:

$$\frac{q_{от}^P - q_{от}^{mp}}{q_{от}^{mp}} * 100\%$$

И составит  $[(0,12 - 0,29) / 0,29] * 100\% = -59,6\%$

**Класс энергосбережения здания очень высокий "А+".**

**Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период,  $q$  :**

$$q = 0,024 * ГСОП * q_{от}^P, [(кВт \cdot ч) / (м^3 \cdot год)]$$

$$q = 0,024 * ГСОП * q_{от}^P * h, [(кВт \cdot ч) / (м^2 \cdot год)]$$

$h$  – средняя высота этажа здания

$$\frac{V_{от}}{A_{от}} = \frac{29668}{7402} = 4,0 м.$$

$$q = 0,024 \times 4820 \times 0,12 = 13,88 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^3 \cdot \text{год})$$

$$q = 0,024 \times 4820 \times 0,12 \times 4,0 = 55,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

**Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период,  $Q_{от}^{год}$  :**

$$Q_{от}^{год} = 0,024 * ГСОП * V_{от} * q_{от}^P : [(кВт \cdot ч) / год]$$

$$Q_{от}^{год} = 0,024 \times 4820 \times 29668,9 \times 0,12 = 411857,8 [(кВт \cdot ч) / год]$$

**Общие теплопотери здания за отопительный период,  $Q_{общ}^{год}$  :**

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 * ГСОП * V_{от} * (K_{ст} + K_{вент})$$

$$Q_{общ}^{год} = 0,024 \times 4820 \times 29668,9 \times (0,156 + 0,183) = 1163446,0 [(кВт \cdot ч) / год]$$

*Проверка:*

$$q = \frac{Q_{от}^{год}}{A_{от}} \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

$$q = 411857,8 / 7402 = 55,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

## Энергетический паспорт здания

### 1. Общая информация

Дата заполнения(число, м-ц, год)	20.05.2017
Адрес здания	г. Пенза
Разработчик проекта	Милованов Иван Викторович
Адрес и телефон разработчика	ПГУАС
Шифр проекта	ВКР 2069059 080301 120860
Назначение здания	Жилой дом
Этажность, количество секций	12 этажный, двухсекционный
Количество квартир	94
Расчетное количество жителей	300
Размещение в застройке	Отдельно стоящее, окна с двух сторон;
Конструктивное решение	Бескаркасное, с продольными и поперечными несущими стенами; перекрытия из сборных многослойных железобетонных плит

### 2. Расчетные условия

№ п/п	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{int}$	$^{\circ}\text{C}$	20
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{ext}$	$^{\circ}\text{C}$	-27
4	Расчетная температура техподполья	$t_c$	$^{\circ}\text{C}$	-2
5	Продолжительность отопительного периода	$Z_{ht}$	сут	200
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{ht}$	$^{\circ}\text{C}$	-4.1
7	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	$^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	4820

### 3. Геометрические и теплоэнергетические показатели

Показатели	Обозначение и единица измерения	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
8. Сумма площадей этажей здания	$A_{эт}, \text{м}^2$	7402	-
9. Площадь жилых помещений	$A_{ж}, \text{м}^2$	4922,8	-
10. Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{р.л}, \text{м}^2$	-	-
11. Отапливаемый объем	$V_{от}, \text{м}^3$	29668,9	-
12. Коэффициент остекленности фасада здания	f	0,18	-
13. Показатель компактности здания	$K_{ком}$	0,22	-
14. Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{огр}, \text{м}^2$	6542,32	-
фасадов	$A_{фас}$	4751,64	-
стен(раздельно по типу конструкции)	$A_{ст}$	4119,4	-

окон и балконных дверей	$A_{ок1}$	-	-
витражей	$A_{ок2}$	-	-
фонарей	$A_{ок3}$	384,0	-
окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок4}$	388,8	-
балконных дверей наружных переходов	$A_{дв}$	-	-
входных дверей и ворот (раздельно)	$A_{дв}$	5,46	-
покрытий (совмещенных)	$A_{покр}$	726,1	-
чердачных перекрытий	$A_{черд}$	-	-
перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентная)	$A_{черд.т}$	-	-
перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентная)	$A_{подп}$	726,1	-
перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{подп2}$	-	-
стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$A_{подп3}$	-	-

#### 4. Показатели теплотехнические

Показатели	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение	Фактическое значение
15. Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_{ср}^{np}$ , м <sup>2</sup> * °С./Вт			
стен (раздельно по типу конструкции)	$R_{ст.тнп}^{np}$	3,087	3,25	-
окон и балконных дверей	$R_{о,ок1}^{np}$	0,51	0,53	-
витражей	$R_{о,ок2}^{np}$	-	-	-
фонарей	$R_{о,ок3}^{np}$	-	-	-
окон лестнично-лифтовых узлов	$R_{о,ок4}^{np}$	-	-	-
балконных дверей наружных переходов	$R_{дв.дв}^{np}$	-	-	-
входных дверей и ворот (раздельно)	$R_{дв.дв}^{np}$	0,83	-	-
покрытий (совмещенных)	$R_{о,покр}^{np}$	4,61	5,1	-
чердачных перекрытий	$R_{о,черд}^{np}$	-	-	-
перекрытий «теплых» чердаков (эквивалентное)	$R_{о,черд.т}^{np}$	-	-	-
перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентное)	$R_{о,подп}^{np}$	4,069	4,7	-
перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{о,подп2}^{np}$	-	-	-
стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$R_{о,подп3}^{np}$	-	-	-

## 5. Показатели вспомогательные

Показатели	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
16. Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{обш}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	-	0,7
17. Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_{в}, \text{ч}^{-1}$	-	0,588
18. Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{быт}, \text{Вт}/\text{м}^2$	-	17
19. Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{тариф}, \text{руб}/\text{кВт}\cdot\text{ч}$	-	-

## 6. Удельные характеристики

Показатели	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20. Удельная теплозащитная характеристика здания	$K_{обш}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	0,240	0,156
21. Удельная вентиляционная характеристика здания	$K_{вент}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	-	0,183
22. Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$K_{быт}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	-	0,117
23. Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$K_{рад}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	-	0,074

## 7. Коэффициенты

Показатели	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя
24. Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	$\zeta$	0,9
25. Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	0
26. Коэффициент эффективности рекуператора	$R_{эф}$	0
27. Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	$\nu$	0,796
28. Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	$\beta_{п}$	1,13

## 8. Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатели	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29. Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{отл}^p, Вт/м^3 \cdot ^\circ C$	0,12
30. Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{отл}^{нр}, Вт/м^3 \cdot ^\circ C$	0,29
31. Класс энергосбережения		«А+»
32. Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		да

## 9. Энергетические нагрузки здания

Показатели	Обозначение	Единицы измерения	Значение показателя
33. Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	q	кВт*ч/(м <sup>3</sup> *год) кВт*ч/(м <sup>2</sup> *год)	13,88 55,5
34. Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{отл}^{зд}$	кВт*ч/(год)	411857,8
35. Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{отл}^{зд+д}$	кВт*ч/(год)	1163446,0

Закключение:

Ограждающие конструкции здания соответствуют требованиям тепловой защиты. Степень снижения расхода энергии за отопительный период равна -59.6%. Следовательно, здание имеет **Класс энергосбережения здания очень высокий "А+"**.

### 3. Расчетно-конструктивный раздел

#### 3.1. Расчет железобетонного лестничного марша

##### 3.1.1. Исходные данные для расчета

<b>Конструкция</b>	-	<b>лестничный марш</b>
Длина	$l$	- 3 м;
Сечение		- прямоугольное
Ширина сечения	$b$	- 1,200 м;
Высота сечения	$h$	- 0,111 м;
Условия эксплуатации		- влажность < 75 %
Вид бетона		- тяжелый
Объемный вес бетона		- 2400 кГ/м <sup>3</sup> ;
Класс бетона		- В 25
Условия твердения		- естественного твердения
Класс продольной арматуры		- А-400 (10-40)
Класс поперечной арматуры		- А-240

##### Расчетная схема конструкции

Расчетная схема	-	балка на двух опорах
Вид нагрузки	-	равномерно распределенная
Расчетная длина	-	3 м;

##### 3.1.2. Определение нагрузок

Определение нагрузок нормативных, расчетных, постоянных длительных и кратковременных нагрузок выполняется в табличной форме

Таблица 3.1.

№ п.п	Нагрузка	Толщина, м	Плотн., кН/м <sup>3</sup>	Нормат., кПа	коэф-т, $\gamma_f$	Расчет., кПа
	<b>Постоянная</b>					
1	Облицовка ступеней	0,020	18,0	0,360	1,1	0,396
2	Клеевой шов	0,010	18,0	0,180	1,3	0,234
3	Ограждение	0,003	78,5	0,236	1,2	0,283
9	Лестничный марш	0,266	25,0	6,660	1,1	7,326
	Итого			7,436		8,239
	<b>Временная</b>					
	Полезная перекрытий	1,000	3,00	3,00	1,2	3,600
	в т.ч. длительная	0,350	3,00	1,05	1,2	1,260
	Итого			3		3,600
	в т.ч. длительная			1,05		1,260
	<b>Всего</b>			<b>10,436</b>		<b>11,839</b>
	<b>в т.ч. длительная</b>			<b>8,486</b>		<b>9,499</b>

Коэффициент надежности по назначению	-	$\gamma_n = 1$
Расчетная длина конструкции	-	$l = 3 \text{ м.}$
Расчетная ширина грузовой полосы	-	$B = 0,5 \text{ м.}$

Погонная нагрузка полная, расчетная

$$q = p \cdot B \cdot \gamma_n = 11,839 \cdot 0,5 \cdot 1 = 5,919 \text{ кН/м.}$$

Погонная нагрузка полная нормативная

$$q_n = p_n \cdot B \cdot \gamma_n = 10,436 \cdot 0,5 \cdot 1 = 5,218 \text{ кН/м.}$$

Погонная нагрузка длительная нормативная

$$q_{nl} = p_{ln} \cdot B \cdot \gamma_n = 8,486 \cdot 0,5 \cdot 1 = 4,243 \text{ кН/м.}$$

Изгибающий момент от полной расчетной нагрузки в середине пролета

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8,000} = \frac{5,919 \cdot 3^2}{8,000} = 6,659 \text{ кНм.}$$

Изгибающий момент от полной нормативной нагрузки в середине пролета

$$M_n = \frac{q_n \cdot l^2}{8,000} = \frac{5,218 \cdot 3^2}{8,000} = 5,870 \text{ кНм.}$$

Изгибающий момент от длительной нормативной нагрузки в середине пролета

$$M_{nl} = \frac{q_{nl} \cdot l^2}{8,000} = \frac{4,243 \cdot 3^2}{8,000} = 4,773 \text{ кНм.}$$

Поперечная сила от полной расчетной нагрузки на опоре

$$Q = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{5,919 \cdot 3}{2} = 8,879 \text{ кН.}$$

### 3.1.3. Расчетные характеристики материалов

Значения определяются в соответствии с нормативными требованиями [23].

Нормативное сопротивление бетона сжатию	$R_{bn}$	-	18,5 МПа
Нормативное сопротивление бетона растяжению	$R_{btm}$	-	1,6 МПа
Коэффициент условий работы бетона	$\gamma_{b2}$	-	0,9
Расчетное сопротивление бетона сжатию	$R_b$	-	13,05 МПа
Расчетное сопротивление бетона сжатию	$R_{bt}$	-	0,945 МПа
Начальный модуль упругости бетона	$E_b$	-	$30 \times 10^3 \text{ МПа}$

Нормативное сопротивление продольной арматуры растяжению	$R_{sn}$	-	390 МПа
Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению	$R_s$	-	365 МПа
Расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию	$R_{sc}$	-	365 МПа
Модуль упругости продольной арматуры	$E_s$	-	$200 \times 10^3$ МПа
Расчетное сопротивление поперечной арматуры действию поперечной силы	$R_{sw}$	-	175 МПа
Модуль упругости поперечной арматуры	$E_s$	-	$210 \times 10^3$ МПа
Предельная относительная высота сжатой зоны бетона	$\xi_R$	-	0,604

### 3.1.4. Расчет по первой группе предельных состояний

#### Расчет по сечениям нормальным к продольной оси

Ориентировочно назначаем рабочую высоту сечения

$$h_0 = 0,087 \text{ м.}$$

Коэффициент  $\alpha$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{6,66}{13,05 \times 10^3 \cdot 1,200 \cdot 0,087^2} = 0,056.$$

Относительная высота сжатой зоны бетона

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,056} = 0,058.$$

Поскольку  $\xi = 0,058 < \xi_R = 0,604$  сжатой арматуры не требуется.

Относительная высота плеча внутренней пары сил

$$\zeta = 1 - \frac{\xi}{2} = 1 - \frac{0,058}{2} = 0,971.$$

Требуемая площадь продольной арматуры

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{6,66}{365 \times 10^3 \cdot 0,971 \cdot 0,087} = 216,0 \text{ мм}^2.$$

По сортаменту подбираем 12 стержней арматуры диаметром 6 мм.

Фактическая площадь арматуры  $339,3 \text{ мм}^2$ .

Арматуру располагаем в 1 ряда по 12 стержней .

Фактическая величина защитного слоя бетона 24 мм.

Фактическая рабочая высота сечения

$$h_0 = h - a = 0,087 \text{ м.}$$

Высота сжатой зоны бетона

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 339,3 \times 10^{-6}}{13,05 \cdot 1,200} = 0,008 \text{ м.}$$

Относительная высота сжатой зоны бетона

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{0,008}{0,087} = 0,091$$

Поскольку  $\xi = 0,091 < \xi_R = 0,604$  - сечение не переармировано

Разрушающий изгибающий момент

$$M = R_s \cdot A_s \cdot \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) = 365 \times 10^3 \cdot 339,3 \times 10^{-6} \cdot \left( 0,087 - \frac{0,008}{2} \right) = 10,28 \text{ кНм}$$

Поскольку  $M = 10,28 \text{ кНм} > M_{max} = 6,66 \text{ кНм}$  - прочность обеспечена

### **Расчет по сечениям наклонным к продольной оси**

проверка необходимости постановки поперечной арматуры

#### **проверка на срез**

$Q_{max} = 2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 2,5 \cdot 0,945 \times 10^3 \cdot 1,200 \cdot 0,087 = 246,645 \text{ кН} > Q = 8,879 \text{ кН}$  – прочность обеспечена.

#### **проверка по наклонной трещине**

Поскольку  $c = h_0 \cdot \sqrt{\frac{\varphi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot b}{q_l}} = 0,087 \cdot \sqrt{\frac{1,5 \cdot 0,945 \times 10^3 \cdot 1,200}{5,919}} = 1,475 \text{ м} <$

$$< 2,5 \cdot R_{bt} = 2,5 \cdot 0,087 = 1,118 \text{ м}$$

Назначаем  $c = 1,475 \text{ м}$

$$Q_{max} = \frac{\varphi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0}{c} = \frac{1,5 \cdot 0,945 \times 10^3 \cdot 1,200 \cdot 0,087}{1,475} = 100,330 \text{ кН} > Q = 8,879 \text{ кН}$$

прочность обеспечена.

поскольку прочность сечения без поперечной арматуры обеспечена, поперечную арматуру не устанавливаем

### 3.1.5. Расчет по второй группе предельных состояний

#### Определение геометрических характеристик сечения

Коэффициент приведения

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = 6,667$$

Приведенная площадь сечения

$$A_{red} = b \cdot h + A_s \cdot \alpha = 1,2 \cdot 0,111 + 339,3 \times 10^{-6} \cdot 6,667 = 0,1355 \text{ м}^2.$$

Приведенный статический момент относительно нижней грани сечения

$$S_{red} = \frac{b \cdot h^2}{2} + A_s \cdot \alpha \cdot a = \frac{1,2 \cdot 0,111^2}{2} + 339,3 \times 10^{-6} \cdot 6,667 \cdot 0,024 = 0,0074 \text{ м}^3.$$

Расстояние от нижней грани до центра тяжести приведенного сечения

$$y = \frac{S_{sed}}{A_{red}} = 0,055 \text{ м.}$$

Приведенный момент инерции относительно центра тяжести сечения

$$I_{red} = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot \left(y - \frac{h}{2}\right)^2 + A_s \cdot \alpha \cdot (y - a)^2 = \frac{1,2 \cdot 0,111^3}{12} + (1,200 - 1,2) \cdot \left(0,055 - \frac{0,145}{2}\right)^2 + 339,3 \times 10^{-6} \cdot 6,667 \cdot (0,055 - 0,024)^2 = 0,000139 \text{ м}^4.$$

Приведенный момент сопротивления растянутой части сечения

$$W_{red} = \frac{Y_{sed}}{y} = \frac{0,000139}{0,055} = 0,00253 \text{ м}^3.$$

Коэффициент, учитывающий пластическую работу бетона

$$\gamma = 1,75$$

Пластический момент сопротивления растянутой части сечения

$$W_{red} = \gamma \cdot W_{pl} = 1,75 \cdot 0,00253 = 0,00442 \text{ м}^3.$$

#### Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси

Момент начала образования трещин нормальных к продольной оси

$$M_{crc} = R_{bn} \cdot W_{pl} = 1,6 \times 10^3 \cdot 0,004 = 7,08 \text{ кНм}$$

Поскольку  $M_{crc} = 7,08 \text{ кНм} > M_n = 5,87 \text{ кНм}$  нормальные трещины не образуются, расчета по их раскрытию не производится

### 3.1.6. Расчет по деформациям (без трещин)

Коэффициент, учитывающий влияние кратковременной ползучести бетона

$$\varphi_{b1} = 0,8;$$

Коэффициент, учитывающий влияние длительной ползучести бетона

$$\varphi_{b2} = 2.$$

Момент от действия кратковременной нагрузки

$$M_{sh} = M_n - M_{ln} = 5,87 - 4,77 = 1,096875 \text{ кНм.}$$

Кривизна от действия кратковременной нагрузки

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{sh}}{\varphi_{b1} \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{1,096875}{0,8 \cdot 30 \times 10^6 \cdot 0,000139} = 0,00033 \text{ м}^{-1}.$$

Кривизна от действия постоянной и временной нагрузки

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{ln} \cdot \varphi_{b2}}{\varphi_{b1} \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{4,77 \cdot 2}{0,8 \cdot 30 \times 10^6 \cdot 0,000139} = 0,00286 \text{ м}^{-1}.$$

Полная кривизна от нормативной нагрузки

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 = 0,00033 + 0,00286 = 0,00319 \text{ м}^{-1}.$$

Коэффициент, учитывающий расчетную схему

$$\rho_m = \frac{5}{48} = 0,1042$$

Прогиб от нормативной нагрузки

$$f = \left(\frac{1}{r}\right) \cdot \rho_m \cdot l_0^2 = 0,00319 \cdot 0,1042 \cdot 3^2 = 0,0030 \text{ м.}$$

Поскольку  $\frac{f}{l} = \frac{0,0030}{3} = \frac{1}{1003} < \frac{l}{200}$  = прогиб в норме

Прогиб от длительной нагрузки

$$f = \left(\frac{1}{r}\right)_l \cdot \rho_m \cdot l_0^2 = 0,00286 \cdot 0,1042 \cdot 3^2 = 0,0027 \text{ м.}$$

Поскольку  $\frac{f}{l} = \frac{0,0027}{3} = \frac{1}{1118} < \frac{l}{200}$  - прогиб в норме

## 3.2. Расчет многопустотной плиты перекрытия

### 3.2.1. Исходные данные для расчета

Длина	$l$	-	6,2 м;
Сечение		-	двутаверное
Ширина сечения	$b$	-	0,458 м;
Высота сечения	$h$	-	0,22 м;
Ширина сжатой полки	$b_f$	-	1,460 м;
Высота сжатой полки	$h_f$	-	0,031 м;
Ширина сжатой полки	$b_f$	-	0,03 м;
Высота сжатой полки	$h_f$	-	1,49 м;
Класс ответственности здания		-	2
Условия эксплуатации		-	влажность < 75 %
Вид бетона		-	тяжелый
Объемный вес бетона		-	2400 кг/м <sup>3</sup> ;
Класс бетона		-	B 30
Условия твердения		-	тепловая обработка
Класс продольн. напрягаемой арматуры		-	A-800
Способ натяжения арматуры		-	электротермический
Класс поперечной арматуры		-	Vp-500 (Ø4)

### 3.2.2. Расчетные характеристики материалов

Значения определяются в соответствии с требованиями [23].

Нормативное сопротивление бетона сжатию	$R_{bn}$	-	22 МПа
Нормативное сопротивление бетона растяжению	$R_{btm}$	-	1,8 МПа
Коэффициент условий работы бетона	$\gamma_{b2}$	-	0,9
Расчетное сопротивление бетона сжатию	$R_b$	-	15,3 МПа
Расчетное сопротивление бетона сжатию	$R_{bt}$	-	1,08 МПа
Начальный модуль упругости бетона	$E_b$	-	$32,5 \times 10^3$ МПа
Передаточная прочность бетона	$R_{bp}$	-	18 МПа
Нормативное сопротивление продольной арматуры растяжению	$R_{sn}$	-	785 МПа
Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению	$R_s$	-	680 МПа
Расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию	$R_{sc}$	-	400 МПа
Модуль упругости продольной арматуры	$E_s$	-	$190 \times 10^3$ МПа
Расчетное сопротивление поперечной арматуры действию поперечной силы	$R_{sw}$	-	265 МПа
Модуль упругости поперечной арматуры	$E_s$	-	$170 \times 10^3$ МПа
Величина предварительного напряжения	$\sigma_{sp}$	$(0,85 \cdot R_{sn})$	- 667,25 МПа
Параметр			

$$p = 30 + \frac{360}{l} = 30 + 360 / 6,2 = 91,02 \text{ МПа}$$

$$p = 0,05 \cdot \sigma_{sp} = 0,05 \cdot 667,25 = 91,02 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} + p = 667,25 + 91,02 = 758,27 \text{ МПа} < R_{sn} = 785 \text{ МПа} - \text{условие выполняется.}$$

$$\sigma_{sp} - p = 667,25 - 91,02 = 576,23 \text{ МПа} > 0,3 \cdot R_{sn} = 0,3 \cdot 785 = 235,50 \text{ МПа} - \text{условие выполняется.}$$

Предельная относительная высота сжатой зоны  
бетона

$$\xi_R - 0,540$$

### 3.2.3. Расчетная схема конструкции

Расчетная схема	- балка на двух опорах
Вид нагрузки	- равномерно распределенная
Расчетная длина	- 6,2 м;

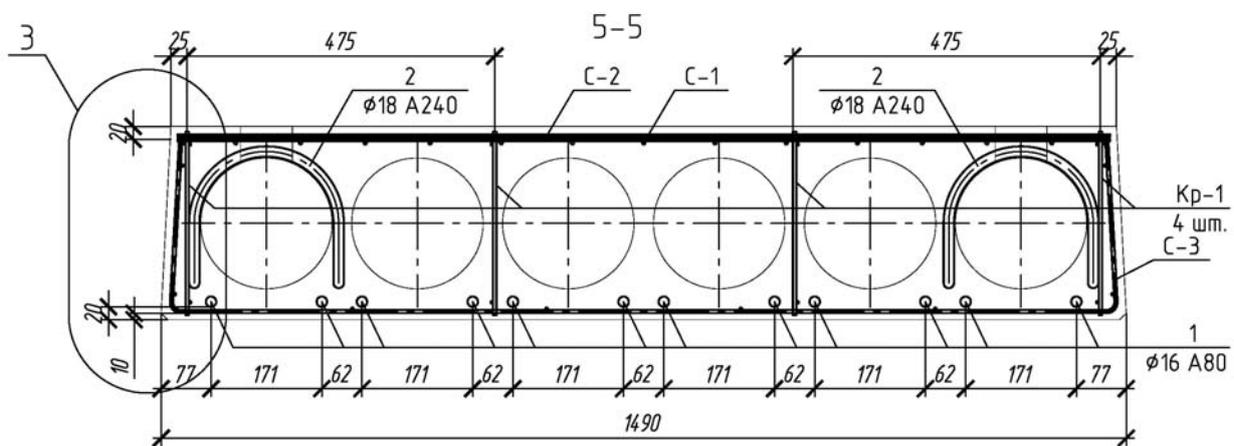


Рис.3.1. Сечение плиты шириной 1500 мм.

### 3.2.4. Сбор нагрузок

Определение нагрузок нормативных, расчетных, постоянных длительных и кратковременных нагрузок выполняется в табличной форме.

Таблица 3.2.

№ п.п	Нагрузка	Толщина, м	Плотн., кН/м <sup>3</sup>	Нормат., кПа	коэф-т, $\gamma_f$	Расчет., кПа
<b>Постоянная</b>						
1	Ламинат	0,010	7,000	0,070	1,1	0,077
2	Клеевой шов	0,010	16,000	0,160	1,3	0,208
3	Стяжка	0,004	18,000	0,072	1,3	0,094
4	Звукоизоляция	0,020	6,000	0,120	1,3	0,156
5	Затирка	0,010	18,000	0,180	1,3	0,234
6	Перегородки	0,111	18,000	2,000	1,2	2,400
7				0,000	0	0,000
8				0,000		0,000
9	Плита	0,140	25,000	3,500	1,1	3,850
Итого		$p_{wn} =$		6,102		7,018
<b>Временная</b>						
	Полезная	1	1,5	1,5	1,3	1,95
	в т.ч. длительная	0,35	1,5	0,525	1,3	0,6825
				0		0
	в т.ч. длительная			0		0
				0		0
	в т.ч. длительная			0		0
Итого				1,5		1,95
в т.ч. длительная				0,525		0,6825
Всего				$p_n =$	$p =$	8,968
в т.ч. длительная				$p_{ln} =$	$p_l =$	7,701

Коэффициент надежности по назначению -  $\gamma_n = 1$   
Расчетная длина конструкции -  $l = 6,2$  м.  
Расчетная ширина грузовой полосы -  $B = 1,5$  м.

Погонная нагрузка полная, расчетная

$$q = p \cdot B \cdot \gamma_n = 8,968 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 13,453 \text{ кН/м.}$$

Погонная нагрузка полная нормативная

$$q_n = p_n \cdot B \cdot \gamma_n = 6,102 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 11,403 \text{ кН/м.}$$

Погонная нагрузка длительная нормативная

$$q_{nl} = p_{ln} \cdot B \cdot \gamma_n = 6,627 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 9,940 \text{ кН/м.}$$

Погонная нагрузка собственного веса нормативная

$$q_w = p_w \cdot B \cdot \gamma_n = 6,102 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 5,250 \text{ кН/м.}$$

Расчетный момент от полной нагрузки в середине пролета

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{13,453 \cdot 6,2^2}{8} = 64,64 \text{ кНм.}$$

Нормативный момент от полной нагрузки в середине пролета

$$M_n = \frac{q_n \cdot l^2}{8} = \frac{11,403 \cdot 6,2^2}{8} = 54,79 \text{ кНм.}$$

Нормативный момент от длительной нагрузки в середине пролета

$$M_{nl} = \frac{q_{nl} \cdot l^2}{8} = \frac{9,940 \cdot 6,2^2}{8} = 47,76 \text{ кНм.}$$

Нормативный момент от собственного веса в середине пролета

$$M_w = \frac{q_w \cdot l^2}{8} = \frac{5,250 \cdot 6,2^2}{8} = 25,23 \text{ кНм.}$$

Расчетная поперечная сила от полной нагрузки на опоре

$$Q = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{13,453 \cdot 6,2}{2} = 41,703 \text{ кН.}$$

### 3.2.5. Расчет по первой группе предельных состояний

#### Расчет по сечениям нормальным к продольной оси

Принимаем высоту рабочего сечения

$$h_0 = 0,194 \text{ м.}$$

Граничный момент, при котором граница сжатой зоны проходит по нижней грани полки

$$M'_f = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot \left( h_0 - \frac{h'_f}{2} \right) = 15,3 \times 10^3 \cdot 1,460 \cdot 0,031 \cdot \left( 0,194 - \frac{0,031}{2} \right) = 123,607 \text{ кНм.}$$

Поскольку  $M'_f = 123,607 \text{ кНм} > M_{max} = 64,639 \text{ кНм.}$ , граница сжатой зоны проходит в полке, расчет ведется как для прямоугольного сечения .

Коэффициент  $\alpha_m$ .

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{64,639}{15,3 \times 10^3 \cdot 1,460 \cdot 0,194^2} = 0,077$$

Относительная высота сжатой зоны бетона

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,077} = 0,080.$$

Поскольку  $\xi = 0,080 < \xi_R = 0,540$  - сжатой арматуры не требуется.

Относительная высота плеча внутренней пары сил

$$\zeta = 1 - \frac{\xi}{2} = 1 - \frac{0,080}{2} = 0,960.$$

Коэффициент

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left( 2 \cdot \frac{\xi}{\xi_R} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left( 2 \cdot \frac{0,080}{0,540} - 1 \right) = 1,256; \text{ поскольку}$$

$$\gamma_{s6} = 1,256 > \eta = 1,15, \text{ принимаем } \gamma_{s6} = 1,150.$$

Требуемая площадь продольной арматуры

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \gamma_{s6} \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{64,639 \times 10^6}{680 \times 10^3 \cdot 1,150 \cdot 0,960 \cdot 0,194} = 443,9 \text{ мм}^2.$$

По сортаменту подбираем 4 арматурных стержня диаметром 12 мм с фактической площадью  $A_s = 452,4 \text{ мм}^2$ .

Арматуру располагаем в 1 ряда по 4 стержня.

Фактическая величина защитного слоя бетона

$$a = 0,026 \text{ м.}$$

Фактическая рабочая высота сечения

$$h_0 = h - a = 0,22 - 0,026 = 0,194 \text{ м.}$$

Высота сжатой зоны бетона

$$x = \frac{R_s \cdot \gamma_{s6} \cdot A_s}{R_b \cdot b_f'} = \frac{680 \cdot 1,150 \cdot 452,4 \times 10^{-6}}{15,3 \cdot 1,460} = 0,016 \text{ м.}$$

Поскольку  $x = 0,016 \text{ м.} < h_f' = 0,031 \text{ м.}$ , граница сжатой зоны проходит в пределах полки.

Относительная высота сжатой зоны бетона

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{0,016}{0,194} = 0,082.$$

Поскольку  $\xi = 0,082 < \xi_R = 0,540$ - принимаем  $\xi = 0,082$ .

Коэффициент

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left( 2 \cdot \frac{\xi}{\xi_R} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left( 2 \cdot \frac{0,082}{0,540} - 1 \right) = 1,255; \text{ поскольку}$$

$\gamma_{s6} = 1,255 > \eta = 1,15$ , принимаем  $\gamma_{s6} = 1,150$ .

Разрушающий изгибающий момент

$$M = R_s \cdot \gamma_{s6} \cdot A_s \cdot h_0 \cdot \left( 1 - \frac{\xi}{2} \right) = 680 \times 10^3 \cdot 1,150 \cdot 452,4 \times 10^{-6} \cdot 0,194 \cdot \left( 1 - \frac{0,082}{2} \right) =$$

65,830 кНм.

Поскольку  $M_{max} = 64,639 \text{ кНм} < M = 65,830 \text{ кНм.}$  - прочность обеспечена.

### **Расчет по сечениям наклонным к продольной оси подбор поперечной арматуры**

Назначаем в сечении 4 каркаса с поперечной арматурой.

Назначаем поперечную арматуру из 4 стержней диаметром 4 мм класса Вр-500(Ø4).

Площадь поперечной арматуры  $A_{sw}$  определяем по сортаменту  $A_{sw} = 78,5 \text{ мм}^2$ .

Рабочая высота наклонного сечения  $h_0 = 0,194 \text{ м}$

Назначаем шаг поперечных стержней в приопорной зоне  $s_1 = 100 \text{ мм}$

Назначаем шаг поперечных стержней в середине пролета  $s_2 = 450 \text{ мм}$

При этом соблюдаются условия

$$s_1 \leq \frac{h}{3} = \frac{0,22 \times 10^3}{2} = 0,1 \text{ м};$$

$$s_1 \leq 150 \text{ мм};$$

$$s_2 \leq \frac{3 \cdot h}{4} = \frac{3 \cdot 0,22 \times 10^3}{4} = 165,0 \text{ мм.}$$

$$s_2 \leq 500 \text{ мм};$$

### **расчет по наклонной сжатой полосе**

Коэффициент, учитывающий вид бетона

$$\beta = 0,01.$$

Коэффициент, учитывающий класс бетона

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 1 - 0,01 \cdot 15,3 = 0,847.$$

Коэффициент приведения

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{170}{32,5} = 5,231$$

Коэффициент поперечного армирования

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s} = \frac{78,5}{0,4583 \times 10^3 \cdot 100} = 0,00171$$

Коэффициент, учитывающий наличие поперечной арматуры

$$\varphi_{wl} = 1 + 5 \cdot \mu_w \cdot \alpha = 1 + 5 \cdot 0,00171 = 1,045 < 1,3, \text{ принимаем } \varphi_{wl} = 1,045.$$

Разрушающая поперечная сила

$$Q = 0,3 \cdot \varphi_{b1} \cdot \varphi_{wl} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 1,045 \cdot 0,847 \cdot 15,3 \times 10^3 \cdot 0,4583 \cdot 0,194 = 361,15 \text{ кН.}$$

Поскольку  $Q = 361,15 \text{ кН} > Q_{max} = 41,70 \text{ кН}$  - прочность обеспечена.

### расчет по наклонной трещине

Коэффициенты

$$\varphi_{b2} = 2; \varphi_{b3} = 0,6; \varphi_{b4} = 1,5;$$

Величина свесов, учитываемых в расчете

$$b_f' - b = 1,460 - 0,4583 = 1,002 \text{ м. принимается не более } 3 \cdot h_f' = 3 \cdot 0,03 = 0,093 \text{ м.}$$

Коэффициент, учитывающий влияние сжатой полки

$$\varphi_f' = 0,75 \cdot \frac{(b_f' - b) \cdot h_f'}{b \cdot h_0} = 0,75 \cdot \frac{1,002 \cdot 0,031}{0,4583 \cdot 0,194} = 0,024$$

Поскольку  $\varphi_f' = 0,024 < 0,5$  принимаем  $\varphi_f' = 0,024$

Коэффициент, учитывающий влияние предварительного напряжения

$$\varphi_n = 0,1 \cdot \frac{P_2}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0} = 0,1 \cdot \frac{256,618}{1,08 \times 10^3 \cdot 0,4583 \cdot 0,194} = 0,267$$

Поскольку  $\varphi_n = 0,267 < 0,5$  принимаем  $\varphi_n = 0,267$

Поскольку  $1 + \varphi_f' + \varphi_n = 1,292 < 0,5$  принимаем  $1 + \varphi_f' + \varphi_n = 1,292$

Интенсивность хомутов

$$q_{sw} = \frac{A_{sw} \cdot R_{sw}}{s_1} = 78,5 \cdot \frac{265}{100} = 208,13 \text{ кН/м.}$$

Минимальная поперечная сила, воспринимаемая бетоном

$$Q_{b, \min} = \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_f' + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 1,292 \cdot 1,08 \times 10^3 \cdot 0,4583 \cdot 0,194 = 74,41 \text{ кН}$$

Поскольку  $q_{sw} = 208,13 \text{ кН/м} > \frac{Q_{b, \min}}{2 \cdot h_0} = \frac{74,41}{2 \cdot 0,194} = 191,78 \text{ кН/м.}$

Момент бетонного сечения

$$M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f' + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 1,292 \cdot 1,08 \cdot 10^3 \cdot 15,3 \cdot 0,194^2 = 48,12 \text{ кНм.}$$

Поскольку  $0,56 \cdot q_{sw} = 0,56 \cdot 208,13 = 116,553 > q = 13,45 \text{ кН/м;}$

горизонтальная проекция наклонного сечения

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q}} = \sqrt{\frac{48,12}{13,45}} = 1,891 \text{ м.}$$

Поскольку  $c = 1,891 \text{ м} > \frac{\varphi_{b2}}{\varphi_{b3}} \cdot h_0 = \frac{2}{0,6} \cdot 0,194 = 0,647 \text{ м,}$  принимаем  $c = 0,647 \text{ м.}$

Горизонтальная проекция критической наклонной трещины

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{48,12}{208,13}} = 0,481 \text{ м.}$$

Поскольку  $c_0 = 0,481 \text{ м} > 2 \cdot h_0 = 2 \cdot 0,194 = 0,388 \text{ м}$ , принимаем  $c_0 = 0,388 \text{ м}$ .

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном

$$Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{48,12}{0,647} = 74,41 \text{ кН.}$$

Поперечная сила, воспринимаемая хомутами

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0 = 208,13 \cdot 0,388 = 80,75 \text{ кН.}$$

Поперечная сила у вершины наклонной трещины

$$Q_p = Q_{max} - q \cdot c = 39,68 - 13,45 \cdot 0,647 = 30,99 \text{ кН.}$$

Поскольку  $Q_p = 30,99 \text{ кН} < Q_b + Q_{sw} = 74,41 + 80,75 = 155,17 \text{ кН}$  - прочность обеспечена

Поперечная сила разрушения по наклонной трещине между соседними хомутами

$$Q = \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{s_1} = \frac{1,5 \cdot (1 + 0,267) \cdot 1,08 \times 10^3 \cdot 0,4583 \cdot 0,194^2}{100 \times 10^{-3}} = 354,10 \text{ кНм}$$

Поскольку  $Q = 354,10 \text{ кН} < Q_{max} = 41,7 \text{ кН}$  прочность обеспечена

### 3.2.6. Расчет по второй группе предельных состояний

#### Определение геометрических характеристик сечения

Коэффициент приведения

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{190}{32,5} = 5,846;$$

Приведенная площадь сечения

$$A_{red} = b \cdot h + (b'_f - b) \cdot h'_f + (b_f - b) \cdot h_f + A_s \cdot \alpha = 0,4583 \cdot 0,220 + (1,460 - 0,4583) \cdot 0,031 + (1,49 - 0,4583) \cdot 0,03 + 452,4 \cdot 5,846 = 0,1655 \text{ м}^2.$$

Приведенный статический момент относительно нижней грани сечения

$$S_{red} = \frac{b \cdot h^2}{2} + (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot \left( h - \frac{h'_f}{2} \right) + (b_f - b) \cdot \frac{h_f^2}{2} + A_s \cdot \alpha \cdot a = \frac{0,4583 \cdot 0,220^2}{2} + (1,460 - 0,4583) \cdot 0,031 \cdot \left( 0,220 - \frac{0,031}{2} \right) + (1,49 - 0,4583) \cdot \frac{0,03^2}{2} + 452,4 \cdot 5,846 \cdot 0,026 = 0,0180 \text{ м}^3.$$

Расстояние от нижней грани до центра тяжести приведенного сечения

$$y = \frac{S_{sed}}{A_{red}} = \frac{0,0180}{0,1655} = 0,109 \text{ м.}$$

Расстояние от верхней грани до центра тяжести приведенного сечения

$$y' = h - y = 0,220 - 0,109 = 0,111 \text{ м.}$$

Приведенный момент инерции относительно центра тяжести сечения

$$I_{red} = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot \left( y - \frac{h}{2} \right)^2 + \frac{(b'_f - b) \cdot h_f^3}{12} + (b'_f - b) \cdot h_f \cdot \left( h - y - \frac{h'_f}{2} \right)^2 + \frac{(b_f - b) \cdot h_f^3}{12} + (b_f - b) \cdot h_f \cdot \left( y - \frac{h_f}{2} \right)^2 + A_s \cdot \alpha \cdot (y - a)^2 =$$

$$= \frac{0,4583 \cdot 0,220^3}{12} + 0,4583 \cdot 0,220 \cdot \left(0,109 - \frac{0,220}{2}\right)^2 + \frac{(1,460 - 0,4583) \cdot 0,031^3}{12} + (1,460 - 0,4583) \cdot 0,031 \cdot \left(0,220 - 0,109 - \frac{0,031}{2}\right)^2 + \frac{(1,49 - 0,4583) \cdot 0,03^3}{12} + (1,49 - 0,4583) \cdot 0,03 \cdot \left(0,220 - \frac{0,03}{2}\right)^2 + 452,4 \cdot 5,846 \cdot (0,109 - 0,026)^2 = 0,00099 \text{ м}^4.$$

Приведенный момент сопротивления нижней части сечения

$$W_{red}^{inf} = \frac{Y_{sed}}{y} = \frac{0,00099}{0,109} = 0,00908 \text{ м}^3.$$

Приведенный момент сопротивления верхней части сечения

$$W_{red}^{sup} = \frac{Y_{sed}}{y'} = \frac{0,00099}{0,111} = 0,00886 \text{ м}^3$$

Коэффициент упругопластической работы бетона

$$\gamma = 1,5$$

Пластический момент сопротивления нижней части сечения

$$W_{pl}^{inf} = \gamma \cdot W_{red}^{inf} = 1,5 \cdot 0,00908 = 0,00908 \text{ м}^3.$$

Пластический момент сопротивления верхней части сечения

$$W_{pl}^{sup} = \gamma \cdot W_{red}^{sup} = 1,5 \cdot 0,00886 = 0,00886 \text{ м}^3.$$

Эксцентриситет усилия обжатия

$$e_{0p} = y - a = 0,109 - 0,026 = 0,083 \text{ м}.$$

### **Определение потерь предварительного напряжения арматуры**

#### **Определение потерь в стадии изготовления**

От релаксации напряжений в арматуре

$$\sigma_1 = 0,03 \cdot \sigma_{sp} = 0,03 \cdot 667,25 = 20,02 \text{ МПа} \quad \text{эл. ст}$$

От температурного перепада

$$\sigma_2 = 0,00 \text{ МПа}.$$

Длина натягиваемых арматурных стержней  $l = 7,2 \text{ м}$

Деформация анкерных устройств

$$\Delta l = 1,25 + 0,15 \cdot d = 1,25 + 0,15 \cdot 12 = 4,25 \text{ мм}$$

От деформации анкеров

$$\sigma_3 = 0 \text{ МПа}.$$

От трения арматуры о стенки каналов

$$\sigma_4 = 0 \text{ МПа}$$

От деформаций стальной формы при одновременном натяжении арматуры

$$\sigma_5 = 0,00 \text{ МПа}.$$

Усилие обжатия от потерь по позициям 1-5

$$P_l = (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4 - \sigma_5) \cdot A_s = (667,25 - 20,02 - 0,00 - 0,00 - 0,00) \times 10^3 \cdot 452,39 \times 10^{-6} = 292,80 \text{ кН}$$

Напряжения в бетоне на уровне натягаемой арматуры

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_w) \cdot y}{I_{red}} = \frac{292,80}{0,1655} + \frac{(292,80 \cdot 0,0826 - 25,23) \cdot 0,1086}{0,00099} = 1,683 \text{ МПа.}$$

Напряжения в бетоне на уровне крайнего сжатого волокна бетона

$$\sigma'_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_w) \cdot y'}{I_{red}} = \frac{292,80}{0,1655} - \frac{(292,80 \cdot 0,0826 - 25,23) \cdot 0,1114}{0,00099} = 1,886 \text{ МПа} >$$

0, принимаем  $\sigma'_{bp} = 1,886 \text{ МПа}$ .

Коэффициент

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot R_{bp} = 0,25 + 0,025 \cdot 18 = 0,7 < 0,8; \text{ принимаем } \alpha = 0,7$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{1,683}{18} = 0,093 < \alpha = 0,7.$$

От быстро натекающей ползучести на уровне растянутой арматуры

$$\sigma_6 = 34 \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 34 \cdot 0,093 = 3,179 \text{ МПа. (тепл. обр)}$$

$$\beta = 5,25 - 0,185 \cdot R_{bp} = 5,25 + 0,185 \cdot 18 = 1,92 \text{ L33; принимаем } \beta = 1,92$$

$$\sigma_6 = 34 \cdot \alpha + 72 \cdot \beta \cdot \left( \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} - \alpha \right) = 34 \cdot 0,7 + 72 \cdot 1,92 \cdot (0,093 - 0,7) = 3,179 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sigma'_{bp}}{R_{bp}} = \frac{1,886}{18} = 0,105 < \alpha = 0,7.$$

От быстро натекающей ползучести на уровне крайнего сжатого волокна бетона

$$\sigma'_6 = 34 \cdot \frac{\sigma'_{bp}}{R_{bp}} = 34 \cdot 0,105 = 3,563 \text{ МПа}$$

Первые потери предварительного напряжения

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 20,02 + 0,00 + 0,00 + 0 + 0 + 3,179 = 23,20 \text{ МПа.}$$

Усилие обжатия в стадии изготовления с учетом первых потерь напряжений

$$P_1 = (\sigma_{sp} - \sigma_{los1}) \cdot A_s = (667,25 - 23,20) \cdot 452,39 \times 10^{-3} = 291,36 \text{ кН.}$$

Напряжение в бетоне от усилия обжатия без учета собственного веса конструкции

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot e_{op} \cdot y}{I_{red}} = \frac{291,36}{0,1655} + \frac{291,36 \cdot 0,0826 \cdot 0,1086}{0,00099} = 4,425 \text{ МПа.}$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{4,425}{18} = 0,25 < 0,95; \text{ условие выполняется.}$$

### Определение потерь в стадии эксплуатации

От релаксации напряжений в арматуре

$$\sigma_7 = 0$$

От усадки бетона

$$\sigma_8 = \sigma'_8 = 35 \text{ МПа}$$

Напряжения в бетоне на уровне напрягаемой арматуры

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_w) \cdot y}{I_{red}} = \frac{291,36}{0,1655} + \frac{(291,36 \cdot 0,0826 - 25,23) \cdot 0,1086}{0,00099} = 1,664 \text{ МПа.}$$

Напряжения в бетоне на уровне крайнего сжатого волокна бетона

$$\sigma'_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_w) \cdot (h - y)}{I_{red}} = \frac{291,36}{0,1655} - \frac{(291,36 \cdot 0,0826 - 25,23) \cdot 0,1114}{0,00099} = 1,891$$

МПа > 0, принимаем  $\sigma'_{bp} = 1,891$  МПа.

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{1,664}{18} = 0,092 < 0,75.$$

От ползучести бетона на уровне растянутой арматуры

$\alpha = 1.$

$$\sigma_9 = 128 \cdot \alpha \cdot \left( \frac{\sigma_b}{R_{bp}} \right) = 128 \cdot 1 \cdot 0,092 = 11,834 \text{ МПа } (<= 0.75)$$

$$\frac{\sigma'_{bp}}{R_{bp}} = \frac{1,891}{18} = 0,105 < 0,75.$$

От ползучести бетона на уровне крайнего сжатого волокна бетона

$$\sigma'_9 = 128 \cdot \alpha \cdot \left( \frac{\sigma'_{bp}}{R_{bp}} \right) = 128 \cdot 1 \cdot 0,105 = 13,447 \text{ МПа}$$

От смятия бетона под витками спиральной арматуры

$$\sigma_{10} = 0$$

От деформации обжатия стыков между блоками

$$\sigma_{11} = 0$$

Вторые потери предварительного напряжения

$$\sigma_{los2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11} = 0 + 35 + 11,834 + 0 + 0 = 46,834 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 23,20 + 46,834 = 70,030 \text{ МПа } > 100 \text{ МПа.}$$

Принимаем  $\sigma_{los} = 100,000$  МПа.

Усилие обжатия в стадии изготовления с учетом всех потерь напряжений

$$P_2 = (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) \cdot A_s = (667,25 - 100,000) \cdot 452,39 \times 10^{-3} = 256,62 \text{ кН.}$$

Напряжения в бетоне в стадии эксплуатации

$$\sigma_b = \frac{P_2}{A_{red}} + \frac{M_{tot} - P_2 \cdot e_{op}}{W_{red}^{sup}} = \frac{256,62}{0,1655} + \frac{54,79 - 256,62 \cdot 0,083}{0,00886} = 5,343 \text{ МПа.}$$

Коэффициент

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_b}{R_{b,ser}} = 1,6 - \frac{5,343}{22} = 1,357 > 1; \text{ принимаем } \varphi = 1,000.$$

Ядровое расстояние в стадии эксплуатации

$$r_{sup} = \varphi \cdot \frac{W_{red}^{inf}}{A_{red}} = 1,000 \cdot \frac{0,00908}{0,1655} = 0,055 \text{ м.}$$

Напряжения в бетоне в стадии изготовления

$$\sigma_b = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot e_{op} - M_w}{W_{red}^{inf}} = \frac{291,36}{0,1655} + \frac{291,36 \cdot 0,083 - 25,23}{0,00908} = 1,634 \text{ МПа.}$$

Коэффициент

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_b}{R_{b,ser}^{(P)}} = 1,6 - \frac{1,634}{13,2} = 1,476 > 1; \text{ принимаем } \varphi = 1,000.$$

Ядровое расстояние в стадии эксплуатации

$$r_{inf} = \varphi \cdot \frac{W_{red}^{sup}}{A_{red}} = 1,000 \cdot \frac{0,00886}{0,1655} = 0,054 \text{ м.}$$

### Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси

#### в стадии эксплуатации

Момент усилия предварительного обжатия

$$M_{rp} = P_2 \cdot (e_{0p} + r_{sup}) = 256,62 \cdot (0,083 + 0,055) = 35,286 \text{ кНм}$$

Момент начала образования трещин нормальных к продольной оси

$$M_{crc} = M_{rp} + R_{btm} \cdot W_{pl}^{inf} = 35,286 + 1,8 \times 10^3 \cdot 0,0136 = 59,806 \text{ кНм.}$$

Поскольку  $M_{crc} = 59,806 \text{ кНм} > M_n = 54,790 \text{ кНм}$  нормальные трещины не образуются, расчета по их раскрытию не производим.

#### в стадии изготовления

Момент начала образования трещин нормальных к продольной оси

$$M_{crc} = R_{btm}^{(P)} \cdot W_{pl}^{sup} = 1,08 \times 10^3 \cdot 0,0133 = 14,35 \text{ кНм.}$$

Момент от усилия предварительного обжатия

$$M = P_1 \cdot (e_{0p} - r_{inf}) - M_w = 291,36 \cdot (0,083 - 0,054) = -16,748 \text{ кНм.}$$

Поскольку  $M_{crc} = 14,35 \text{ кНм} > M = -16,748 \text{ кНм}$  в стадии изготовления нормальных трещин нет.

### 3.2.7. Расчет по деформациям (без трещин)

Коэффициенты длительности действия нагрузки

$$\varphi_{b1} = 0,8 ; \varphi_{b2} = 2.$$

Момент от действия кратковременной нагрузки

$$M_{sh} = M_n - M_{ln} = 54,790 - 47,763 = 7,027 \text{ кНм.}$$

Кривизна от действия кратковременной нагрузки

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{sh}}{\varphi_{b1} \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{7,027}{0,8 \cdot 32,5 \times 10^6 \cdot 0,00099} = 0,00027 \text{ м}^{-1}.$$

Кривизна от действия постоянной и временной нагрузки

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{ln} \cdot \varphi_{b2}}{\varphi_{b1} \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{47,763 \cdot 2}{0,8 \cdot 32,5 \times 10^6 \cdot 0,00099} = 0,00372 \text{ м}^{-1}.$$

Кривизна от усилия обжатия

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_2 \cdot e_{op}}{\varphi_{b1} \cdot E_b \cdot I_{red}} = \frac{256,62 \cdot 0,0826}{0,8 \cdot 32,5 \times 10^6 \cdot 0,00099} = 0,00083 \text{ м}^{-1}.$$

Деформации от усадки и ползучести в растянутой части сечения

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9}{E_s} = \frac{3,179 + 35 + 11,834}{190 \times 10^3} = 0,00026$$

Деформации от усадки и ползучести в сжатой части сечения

$$\varepsilon_b' = \frac{\sigma_6' + \sigma_8' + \sigma_9'}{E_s} = \frac{3,563 + 35 + 13,447}{190 \times 10^3} = 0,00027$$

Кривизна от усадки и ползучести

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_b'}{h_0} = \frac{0,00026 - 0,00027}{0,194} = -0,00005 \text{ м}^{-1}.$$

Полная кривизна от нормативной нагрузки

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 = 0,00027 + 0,00372 - 0,00083 - -0,00005 = 0,00323 \text{ м}^{-1}.$$

Коэффициент, учитывающий расчетную схему

$$\rho_m = \frac{5}{48} = 0,1042.$$

Прогиб от нормативной нагрузки

$$f = \left(\frac{1}{r}\right) \cdot \rho_m \cdot l_0^2 = 0,00323 \cdot 0,1042 \cdot 6,2^2 = 0,0129 \text{ м}.$$

Относительный прогиб от нормативной нагрузки

$$\frac{f}{l} = \frac{0,0129}{6,2} = \frac{1}{480} < \frac{1}{400} - \text{жесткость обеспечена.}$$

Полная кривизна от постоянной и длительной нагрузки

$$\left(\frac{1}{r}\right)_l = \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 = 0,00372 - 0,00083 - -0,00005 = 0,00295 \text{ м}^{-1}.$$

Прогиб от длительной нагрузки

$$f = \left(\frac{1}{r}\right)_l \cdot \rho_m \cdot l_0^2 = 0,00295 \cdot 0,1042 \cdot 6,2^2 = 0,0118 \text{ м}.$$

Относительный прогиб от длительной нагрузки

$$\frac{f}{l} = \frac{0,0118}{6,2} = \frac{1}{525} < \frac{1}{400} - \text{жесткость обеспечена.}$$

### 3.3. Расчет основания и фундаментов

#### 3.3.1. Определение нагрузок

На фундаменты здания действуют постоянные и временные нагрузки.

Постоянные нагрузки:

- от собственного веса несущих конструкций;
- несущих и самонесущих стен;
- перегородок;
- веса полов, кровли, инженерного оборудования, подвесных потолков.
- лестниц;
- обратной засыпки грунта на стены подвала;

Временные нагрузки:

- полезная нагрузка на перекрытия;
- полезная нагрузка на лестницы
- снеговая;

Для здания второй категории [384-ФЗ, статья 4, п. 8] ответственности все нагрузки определяются с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_n = 1,00$  [384-ФЗ, статья 16, п. 7].

**Таблица 3.3. Нагрузки от веса наружных стен подвала  $h = 500$  мм.**

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Пдв. стена тип 101</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,680	0,965	1,254	
Кладка		0,500	24,00	1,1	12,000	13,200	2,500	30,000	33,000	
Кладка		0,510	19,00	1,1	9,690	10,659	0,400	3,876	4,264	
Утеплитель		0,050	0,50	1,1	0,025	0,028	2,900	0,073	0,081	
Штукатурка		0,030	18,00	1,1	0,540	0,594	2,900	1,566	1,723	
<b>Итого</b>		<b>1,110</b>			<b>22,615</b>	<b>24,949</b>	<b>2,900</b>	<b>36,480</b>	<b>40,322</b>	

**Таблица 3.4. Нагрузки от веса наружных стен подвала  $h = 400$  мм.**

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Пдв. стена тип 102</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,680	0,965	1,254	
Кладка		0,400	24,00	1,1	9,600	10,560	2,500	24,000	26,400	
Кладка		0,308	19,00	1,1	5,852	6,437	0,400	2,341	2,575	
Утеплитель		0,050	0,50	1,1	0,025	0,028	2,900	0,073	0,081	
Штукатурка		0,030	18,00	1,1	0,540	0,594	2,900	1,566	1,723	
<b>Итого</b>		<b>0,808</b>			<b>16,377</b>	<b>18,087</b>	<b>2,900</b>	<b>28,945</b>	<b>32,033</b>	

**Таблица 3.5. Нагрузки от веса внутренних стен подвала  $h = 500$  мм.**

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Пдв. стена тип 201</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,680	0,965	1,254	
Кладка		0,500	24,00	1,1	12,000	13,200	2,500	30,000	33,000	
Кладка		0,510	19,00	1,1	9,690	10,659	0,400	3,876	4,264	
Штукатурка		0,020	18,00	1,1	0,360	0,396	2,900	1,044	1,148	
					0,000	0,000	2,900	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>1,050</b>			<b>22,410</b>	<b>24,723</b>	<b>2,900</b>	<b>35,885</b>	<b>39,666</b>	

Таблица 3.6. Нагрузки от веса внутренних стен подвала  $h = 400$  мм.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Пдв. стена тип 202</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,680	0,965	1,254	
Кладка		0,400	24,00	1,1	9,600	10,560	2,500	24,000	26,400	
Кладка		0,380	19,00	1,1	7,220	7,942	0,400	2,888	3,177	
Штукатурка		0,020	18,00	1,1	0,360	0,396	2,900	1,044	1,148	
					0,000	0,000	2,900	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,820</b>			<b>17,540</b>	<b>19,366</b>	<b>2,900</b>	<b>28,897</b>	<b>31,979</b>	

Таблица 3.7. Нагрузки от веса наружных стен первого этажа  $h = 510$  мм.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 111</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,780	1,001	1,301	
Кладка		0,500	19,00	1,1	9,500	10,450	3,000	28,500	31,350	
Утеплитель		0,120	1,00	1,3	0,540	0,702	3,000	1,620	2,106	
Штукатурка		0,030	18,00	1,3	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,670</b>			<b>10,400</b>	<b>11,620</b>	<b>3,000</b>	<b>31,121</b>	<b>34,757</b>	

Таблица 3.8. Нагрузки от веса наружных стен первого этажа  $h = 380$  мм.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 112</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,780	1,001	1,301	
Кладка		0,380	19,00	1,1	7,220	7,942	3,000	21,660	23,826	
Утеплитель		0,120	1,00	1,3	0,540	0,702	3,000	1,620	2,106	
Штукатурка		0,030	18,00	1,3	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,550</b>			<b>8,120</b>	<b>9,112</b>	<b>3,000</b>	<b>24,281</b>	<b>27,233</b>	

Таблица 3.9. Нагрузки от веса внутренних стен первого этажа  $h = 510$  мм.

Нагрузка	к-Т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-Т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 211</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,780	1,001	1,301	
Кладка		0,500	19,00	1,1	9,500	10,450	3,000	28,500	31,350	
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,540</b>			<b>9,860</b>	<b>10,918</b>	<b>3,000</b>	<b>29,501</b>	<b>32,651</b>	

Таблица 3.10. Нагрузки от веса внутренних стен первого этажа  $h = 380$  мм.

Нагрузка	к-Т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-Т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 212</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,780	1,001	1,301	
Кладка		0,380	19,00	1,1	7,220	7,942	3,000	21,660	23,826	
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,420</b>			<b>7,580</b>	<b>8,410</b>	<b>3,000</b>	<b>22,661</b>	<b>25,127</b>	

Таблица 3.11. Нагрузки от веса наружных стен технического этажа  $h = 510$  мм.

Нагрузка	к-Т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-Т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 131</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,080	0,749	0,973	
Кладка		0,500	19,00	1,1	9,500	10,450	2,300	21,850	24,035	
Утеплитель		0,120	1,00	1,3	0,540	0,702	2,300	1,242	1,615	
Штукатурка		0,030	18,00	1,3	0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
					0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
					0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,670</b>			<b>10,400</b>	<b>11,620</b>	<b>2,300</b>	<b>23,841</b>	<b>26,623</b>	

Таблица 3.12. Нагрузки от веса наружных стен технического этажа  $h = 380$  мм.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 132</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,080	0,749	0,973	
Кладка		0,380	19,00	1,1	7,220	7,942	2,300	16,606	18,267	
Утеплитель		0,120	1,00	1,3	0,540	0,702	2,300	1,242	1,615	
Штукатурка		0,030	18,00	1,3	0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
					0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,550</b>			<b>8,120</b>	<b>9,112</b>	<b>2,300</b>	<b>18,597</b>	<b>20,855</b>	

Таблица 3.13. Нагрузки от веса внутренних стен технического этажа  $h = 510$  мм.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 231</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,080	0,749	0,973	
Кладка		0,500	19,00	1,1	9,500	10,450	2,300	21,850	24,035	
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
					0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,540</b>			<b>9,860</b>	<b>10,918</b>	<b>2,300</b>	<b>22,599</b>	<b>25,008</b>	

Таблица 3.14. Нагрузки от веса внутренних стен технического этажа  $h = 380$  мм.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 232</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	2,080	0,749	0,973	
Кладка		0,380	19,00	1,1	7,220	7,942	2,300	16,606	18,267	
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
					0,000	0,000	2,300	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,420</b>			<b>7,580</b>	<b>8,410</b>	<b>2,300</b>	<b>17,355</b>	<b>19,240</b>	

Таблица 3.15. Нагрузки от веса наружных стены парапета  $h = 250$  мм.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Нар. стена тип 132</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Штукатурка		0,020	18,00	1,3	0,360	0,468	1,500	0,540	0,702	
Кладка		0,250	19,00	1,1	4,750	5,225	1,500	7,125	7,838	
Утеплитель		0,120	1,00	1,3	0,540	0,702	1,500	0,810	1,053	
Штукатурка		0,030	18,00	1,3	0,000	0,000	1,500	0,000	0,000	
					0,000	0,000	1,500	0,000	0,000	
					0,000	0,000	1,500	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,420</b>			<b>5,650</b>	<b>6,395</b>	<b>1,500</b>	<b>8,475</b>	<b>9,593</b>	

Таблица 3.16. Нагрузки от веса перекрытия первого этажа.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	гр. ширина плиты	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Перекрытие тип 1</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Керам. плитка		0,020	24,00	1,1	0,480	0,528	2,780	1,334	1,468	
Клей		0,010	18,00	1,3	0,180	0,234	3,000	0,540	0,702	
Пароизоляция		0,003	12,00	1,3	0,036	0,047	3,000	0,108	0,141	
Стяжка		0,050	18,00	1,3	0,900	1,170	3,000	2,700	3,510	
Утеплитель		0,100	1,00	1,3	0,100	0,130	3,000	0,300	0,390	
Затирка		0,010	18,00	1,1	0,180	0,198	3,000	0,540	0,594	
Плита		0,140	25,00	1,1	3,500	3,850	3,000	10,500	11,550	
Перегородки		1,000	3,00	1,2	3,000	3,600	3,000	9,000	10,800	
<b>Итого</b>		<b>1,333</b>			<b>8,376</b>	<b>9,757</b>	<b>3,000</b>	<b>25,022</b>	<b>29,155</b>	
<b>Временные</b>										к-т дл.
Полезная		1,00	1,50	1,3	1,500	1,950	3,000	4,500	5,850	0,35
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,5
<b>Итого</b>					<b>1,500</b>	<b>1,950</b>	<b>3,000</b>	<b>4,500</b>	<b>5,850</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					0,525	0,683		1,575	2,048	
<b>Всего</b>					<b>9,876</b>	<b>11,707</b>		<b>29,522</b>	<b>35,005</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					<b>8,901</b>	<b>10,440</b>		<b>26,597</b>	<b>31,203</b>	

Таблица 3.17. Нагрузки от веса перекрытия типового этажа.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	гр. ширина плиты	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Перекрытие тип 2</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Керам. плитка		0,020	24,00	1,1	0,480	0,528	2,780	1,334	1,468	
Клей		0,010	18,00	1,3	0,180	0,234	3,000	0,540	0,702	
Стяжка		0,050	18,00	1,3	0,900	1,170	3,000	2,700	3,510	
Звукоизоляция		0,020	6,00	1,3	0,120	0,156	3,000	0,360	0,468	
Затирка		0,010	18,00	1,1	0,180	0,198	3,000	0,540	0,594	
Плита		0,140	25,00	1,1	3,500	3,850	3,000	10,500	11,550	
Перегородки		1,000	3,00	1,2	3,000	3,600	3,000	9,000	10,800	
<b>Итого</b>		<b>1,250</b>			<b>8,360</b>	<b>9,736</b>	<b>3,000</b>	<b>24,974</b>	<b>29,092</b>	
<b>Временные</b>										к-т дл.
Полезная		1,00	1,50	1,3	1,500	1,950	3,000	4,500	5,850	0,35
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,5
<b>Итого</b>					<b>1,500</b>	<b>1,950</b>	<b>3,000</b>	<b>4,500</b>	<b>5,850</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					0,525	0,683		1,575	2,048	
<b>Всего</b>					<b>9,860</b>	<b>11,686</b>		<b>29,474</b>	<b>34,942</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					<b>8,885</b>	<b>10,419</b>		<b>26,549</b>	<b>31,140</b>	

Таблица 3.18. Нагрузки от веса перекрытия балкона.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	гр. ширина плиты	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Перекрытие тип 2</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Керам. плитка		0,020	24,00	1,1	0,480	0,528	2,780	1,334	1,468	
Клей		0,010	18,00	1,3	0,180	0,234	3,000	0,540	0,702	
Стяжка		0,050	18,00	1,3	0,900	1,170	3,000	2,700	3,510	
Гидроизоляция		0,020	6,00	1,3	0,120	0,156	3,000	0,360	0,468	
Затирка		0,010	18,00	1,1	0,180	0,198	3,000	0,540	0,594	
Плита		0,140	25,00	1,1	3,500	3,850	3,000	10,500	11,550	
Ограждение		1,000	1,00	1,2	1,000	1,200	3,000	3,000	3,600	
<b>Итого</b>		<b>1,250</b>			<b>6,360</b>	<b>7,336</b>	<b>3,000</b>	<b>18,974</b>	<b>21,892</b>	
<b>Временные</b>										к-т дл.
Полезная		1,00	2,00	1,2	2,000	2,400	3,000	6,000	7,200	0,35
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,5
<b>Итого</b>					<b>2,000</b>	<b>2,400</b>	<b>3,000</b>	<b>6,000</b>	<b>7,200</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					0,700	0,840		2,100	2,520	
<b>Всего</b>					<b>8,360</b>	<b>9,736</b>		<b>24,974</b>	<b>29,092</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					<b>7,060</b>	<b>8,176</b>		<b>21,074</b>	<b>24,412</b>	

Таблица 3.19. Нагрузки от веса чердачного перекрытия.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	гр. ширина плиты	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Перекрытие тип 2</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Стяжка		0,050	18,00	1,3	0,900	1,170	2,780	2,502	3,253	
Утеплитель		0,200	1,50	1,3	0,300	0,390	3,000	0,900	1,170	
Пароизоляция		0,003	12,00	1,3	0,036	0,047	3,000	0,108	0,141	
Затирка		0,010	18,00	1,1	0,180	0,198	3,000	0,540	0,594	
Плита		0,140	25,00	1,1	3,500	3,850	3,000	10,500	11,550	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,403</b>			<b>4,916</b>	<b>5,655</b>	<b>3,000</b>	<b>14,550</b>	<b>16,708</b>	
<b>Временные</b>										к-т дл.
Полезная		1,00	2,50	1,2	2,500	3,000	3,000	7,500	9,000	0,50
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,5
<b>Итого</b>					<b>2,500</b>	<b>3,000</b>	<b>3,000</b>	<b>7,500</b>	<b>9,000</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					1,250	1,500		3,750	4,500	
<b>Всего</b>					<b>7,416</b>	<b>8,655</b>		<b>22,050</b>	<b>25,708</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					<b>6,166</b>	<b>7,155</b>		<b>18,300</b>	<b>21,208</b>	

Таблица 3.20. Нагрузки от веса покрытия.

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	толщина элементов	плотность элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	гр. ширина плиты	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
		м	кН/м <sup>3</sup> (кПа)		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Перекрытие тип 4</b>	<b>1,0</b>									
<b>Постоянные</b>										
Рулонный ковер		0,010	12,00	1,3	0,120	0,156	2,780	0,334	0,434	
Грунтовка		0,002	16,00	1,3	0,032	0,042	3,000	0,096	0,126	
Стяжка		0,050	18,00	1,3	0,900	1,170	3,000	2,700	3,510	
Керамзит		0,100	8,00	1,3	0,800	1,040	3,000	2,400	3,120	
Плита		0,140	25,00	1,1	3,500	3,850	3,000	10,500	11,550	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	
<b>Итого</b>		<b>0,302</b>			<b>5,352</b>	<b>6,258</b>	<b>3,000</b>	<b>16,030</b>	<b>18,740</b>	
<b>Временные</b>										к-т дл.
Снеговая		1,00	1,26	1,4	1,260	1,764	3,000	3,780	5,292	0,70
					0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	0,0
<b>Итого</b>					<b>1,260</b>	<b>1,764</b>	<b>3,000</b>	<b>3,780</b>	<b>5,292</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					0,882	1,235		2,646	3,704	
<b>Всего</b>					<b>6,612</b>	<b>8,022</b>		<b>19,810</b>	<b>24,032</b>	
<b>в.т.ч.дл</b>					<b>6,234</b>	<b>7,493</b>		<b>18,676</b>	<b>22,444</b>	

Таблица 3.21. Нагрузки на фундамент от стены по оси "1" ("8")/"А-В".

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	Проемность	толщина элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены (гр. ширина плиты)	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
<b>Наружная стена 380 мм.</b>	1,0									
<b>Стена цоколя</b>										
Стена ниже отм +0,000		1,0	0,500	1,15	15,728	18,087	2,900	45,611	52,452	
Стена выше отм +0,000		1,0	0,510	1,15	7,923	9,112	37,950	300,678	345,800	
Парапет		1,0	0,25	1,15	5,561	6,395	1,500	8,342	9,593	
Перекрытие над подвалом		0,0		1,15	8,466	9,736	2,870	24,297	27,942	
Перекрытие типового этажа.		11,0		1,15	8,466	9,736	2,870	267,272	307,366	
Чердачное перекрытие		1,0		1,15	7,526	8,655	2,870	21,600	24,840	
Покрытие		1,0		1,15	6,976	8,022	2,870	20,021	23,023	
Итого					60,646	69,743		687,821	791,016	

Таблица 3.22. Нагрузки на фундамент от стены по оси "1" ("8")/"В-Г".

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	Проемность	толщина элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены (гр. ширина плиты)	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
<b>Наружная стена 380 мм.</b>	1,0									
<b>Стена цоколя</b>										
Стена ниже отм +0,000		1,0	0,500	1,15	15,728	18,087	2,900	45,611	52,452	
Стена выше отм +0,000		1,0	0,510	1,15	7,923	9,112	37,950	300,678	345,800	
Парапет		1,0	0,25	1,15	5,561	6,395	1,500	8,342	9,593	
Перекрытие над подвалом		1,0		1,15	9,950	11,707	2,870	28,557	33,599	
Перекрытие типового этажа.		5,0		1,15	10,162	11,686	2,870	145,825	167,694	
Чердачное перекрытие		1,0		1,15	7,526	8,655	2,870	21,600	24,840	
Покрытие		0,0		1,15	6,976	8,022	2,870	0,000	0,000	
Итого					63,826	73,664		550,613	633,978	

Таблица 3.23. Нагрузки на фундамент от стены по оси "1" ("8")/"Г-И".

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	Проемность	толщина элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены (гр. ширина плиты)	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
<b>Наружная стена 380 мм.</b>	1,0									
<b>Стена цоколя</b>										
Стена ниже отм +0,000		1,0	0,500	1,15	15,728	18,087	2,900	45,611	52,452	
Стена выше отм +0,000		1,0	0,510	1,15	7,923	9,112	37,950	300,678	345,800	
Парапет		1,0	0,25	1,15	5,561	6,395	1,500	8,342	9,593	
Перекрытие над подвалом		1,0		1,15	9,950	11,707	3,460	34,427	40,506	

Перекрытие типового этажа.	5,0		1,15	10,162	11,686	3,460	175,803	202,168	
Чердачное перекрытие	1,0		1,15	7,526	8,655	3,460	26,040	29,946	
Покрытие	0,0		1,15	6,976	8,022	3,460	0,000	0,000	
Итого				63,826	73,664		590,901	680,465	

Таблица 3.24. Нагрузки на фундамент от стены по оси "2" ("7")/"А-В".

Нагрузка	к-Т $\gamma_n$	Проемность	толщина элементов	к-Т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены (гр. ширина плиты)	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
			м		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Наружная стена 380 мм.</b>	1,0									
<b>Стена цоколя</b>										
Стена ниже отм +0,000		1,0	0,500	1,15	15,728	18,087	2,900	45,611	52,452	
Стена выше отм +0,000		1,0	0,510	1,15	7,923	9,112	37,950	300,678	345,800	
Парапет		1,0	0,25	1,15	5,561	6,395	1,500	8,342	9,593	
Перекрытие над подвалом		1,0		1,15	10,180	11,707	3,020	30,744	35,355	
Перекрытие типового этажа.		5,0		1,15	10,162	11,686	3,020	153,446	176,459	
Балконное перекрытие		11,0		1,15	7,526	8,655	2,870	237,596	273,238	
Чердачное перекрытие		1,0		1,15	7,526	8,655	3,020	22,729	26,138	
Покрытие		0,0		1,15	7,526	8,022	2,870	22,729	26,138	
Итого					72,132	82,319		821,875	945,173	

Таблица 3.25. Нагрузки на фундамент от стены по оси "2" ("7")/"В-Г".

Нагрузка	к-Т $\gamma_n$	Проемность	толщина элементов	к-Т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены (гр. ширина плиты)	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
			м		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Наружная стена 380 мм.</b>	1,0									
<b>Стена цоколя</b>										
Стена ниже отм +0,000		1,0	0,500	1,15	15,728	18,087	2,900	45,611	52,452	
Стена выше отм +0,000		1,0	0,510	1,15	7,923	9,112	37,950	300,678	345,800	
Парапет		0,0	0,25	1,15	5,561	6,395	1,500	0,000	0,000	
Перекрытие над подвалом		1,0		1,15	10,180	11,707	5,890	59,960	68,954	
Перекрытие типового этажа.		5,0		1,15	10,162	11,686	5,890	299,271	344,153	
Чердачное перекрытие		1,0		1,15	7,526	8,655	5,890	44,328	50,978	
Покрытие		0,0		1,15	6,976	8,022	5,890	0,000	0,000	
Итого					64,056	73,664		749,848	862,337	

Таблица 3.26. Нагрузки на фундамент от стены по оси "5"/"-А".

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	Проемность	толщина элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены (гр. ширина плиты)	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
			м		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Наружная стена 380 мм.</b>	1,0									
<b>Стена цоколя</b>										
Стена ниже отм +0,000		1,0	0,500	1,15	15,728	18,087	2,900	45,611	52,452	
Стена выше отм +0,000		1,0	0,510	1,15	7,923	9,112	37,950	300,678	345,800	
Парапет		1,0	0,25	1,15	5,561	6,395	1,500	8,342	9,593	
Перекрытие над подвалом		0,0		1,15	10,180	11,707	3,020	0,000	0,000	
Перекрытие типового этажа.		0,0		1,15	10,162	11,686	3,020	0,000	0,000	
Балконное перекрытие		11,0		1,15	7,526	8,655	2,524	208,952	240,297	
Чердачное перекрытие		1,0		1,15	7,526	8,655	2,524	18,996	21,845	
Покрытие		0,0		1,15	7,526	8,022	2,870	18,996	21,845	
Итого					72,132	82,319		601,575	691,832	

Таблица 3.27. Нагрузки на фундамент от стены по оси "5"/"А-Г".

Нагрузка	к-т $\gamma_n$	Проемность	толщина элементов	к-т $\gamma_f$	нормативная нагрузка распр.	расчетная нагрузка распр.	высота стены (гр. ширина плиты)	нормативная нагрузка погон.	расчетная нагрузка погон.	Примечание
			м		кПа	кПа	м	кН/м	кН/м	
<b>Наружная стена 380 мм.</b>	1,0									
<b>Стена цоколя</b>										
Стена ниже отм +0,000		1,0	0,500	1,15	15,728	18,087	2,900	45,611	52,452	
Стена выше отм +0,000		1,0	0,510	1,15	7,923	9,112	37,950	300,678	345,800	
Парапет		1,0	0,25	1,15	5,561	6,395	1,900	8,342	9,593	вент.
Перекрытие над подвалом		1,0		1,15	10,180	11,707	6,040	61,487	70,710	
Перекрытие типового этажа.		5,0		1,15	10,162	11,686	6,040	306,892	352,917	
Чердачное перекрытие		1,0		1,15	7,526	8,655	6,040	45,457	52,276	
Покрытие		0,0		1,15	6,976	8,022	6,040	0,000	0,000	
Итого					64,056	73,664		760,125	874,155	

Ориентировочная нагрузка от веса ростверка толщиной 0,6 м и шириной 1,4 м составит

$$\text{Нормативная } q_{p,n} = 0,6 \cdot 1,4 \cdot 25 = 21,000 \text{ кН/м.}$$

$$\text{Расчетная } q_p = 21,000 \cdot 1,1 = 23,100 \text{ кН/м.}$$

При допустимой нагрузке на сваю  $N = 550,0$  кН требуемый шаг свай составит:

Стена по оси "1"/"-А-В"

$$s = 550,00 / (791,016 + 23,100) = 0,676 \text{ м.}$$

Стена по оси "1"/"В-Г"

$$s = 550,00 / (633,978 + 23,100) = 0,837 \text{ м.}$$

**При шаге свай 900 мм требуемая ширина ростверка составит**

$$b = (0,900^2 - 0,837^2)^{0,5} + 2 \cdot 0,3/2 + 2 \cdot 0,1 = 0,831 \text{ м.}$$

Стена по оси "1"/"Г-И"

$$s = 550,00 / (680,465 + 23,100) = 0,782 \text{ м.}$$

**Стена по оси "2"/"В-Г"**

$$s = 550,00 / (945,173 + 23,100) = 0,568 \text{ м.}$$

**При шаге свай 900 мм требуемая ширина ростверка составит**

$$b = (0,900^2 - 0,568^2)^{0,5} + 2 \cdot 0,3/2 + 2 \cdot 0,1 = 1,198 \text{ м.}$$

Стена по оси "2"/"Г-И"

$$s = 550,00 / (862,337 + 23,100) = 0,621 \text{ м.}$$

Стена по оси "5"/"А "

$$s = 550,00 / (691,832 + 23,100) = 0,769 \text{ м.}$$

**Стена по оси "5"/"А-Г"**

$$s = 550,00 / (874,155 + 23,100) = 0,613 \text{ м.}$$

**При шаге свай 900 мм требуемая ширина ростверка составит**

$$b = (0,900^2 - 0,613^2)^{0,5} + 2 \cdot 0,3/2 + 2 \cdot 0,1 = 1,159 \text{ м.}$$

При допустимой нагрузке на сваю  $N = 550,00$  кН и ориентировочной нагрузки от веса ростверка толщиной 0,6 м и шириной 1,4 м

### **3.3.2. Инженерно-геологические условия строительной площадки**

Инженерно-геологические условия строительной площадки взяты из "Технического отчета об инженерных изысканиях", выполненного ООО "ПензТИСИЗ" в 2015 году.

Всего в зоне проектируемой площадки были пробурены скважины (№1829, №1830) глубиной 20 метров.

Для здания высотой 12 этажей наиболее предпочтительным в данной ситуации является применение свайного фундамента.

Принимается свайный фундамент из свай заводского изготовления, погружаемых методом вдавливания с размером сечения 300×300 мм.

Основанием для свай принимается слой ИГЭ-5 (глина коренная).

### 3.3.3 Определение несущей способности свай

Несущая способность свай определена в соответствии с п. 7.2.6 СП 24.13330.2011 "Свайные фундаменты".

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

где  $\gamma_c$  - коэффициент условий работы свай; в случае опирания ее на глинистые грунты со степенью влажности  $S_r < 0,85$  и на лессовые грунты -  $\gamma_c = 0,8$ , в остальных случаях -  $\gamma_c = 1$ ;

$\gamma_{cR}$  - коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;  $\gamma_{cR} = 1$

$R$  - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое по табл. 7.2 ;

$A$  - площадь опирания сваи, м<sup>2</sup>;

$u$  - периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

$\gamma_{cf}$  - коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, зависящий от способа образования скважины и условий бетонирования и принимаемый по таблице 7.6;

$f_i$  - расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи, кПа, принимаемое по таблице 7.3;

$h_i$  - длина  $i$ -го участка сваи.

Расчет несущей способности сваи выполнен в табличной форме.

Характеристики инженерно-геологических элементов приведены в таблице 3.28.

Характерные разрезы по скважинам приведены в таблицах 3.29-30. Результаты расчета несущей способности свай приведены в табл. 3.31-32.

#### **Выводы по результатам расчета несущей способности свай.**

В соответствии с расчетом принимаются сваи длиной 11,0-12,0 м. Отметка верха сваи +178,150 отметка низа сваи +167,150 м (11,0 м), +166,150 м (12,0 м).

Несущим слоем для свай является слой ИГЭ-5 – глина полутвердая.

По результатам анализа расчета несущей способности свай по табл. 27-28, несущей способности свай по Серии 1.011.1 (см. рис. 4), максимальная допустимая нагрузка на сваю назначается равной 550,00 кН  $\approx$  55,0 т.

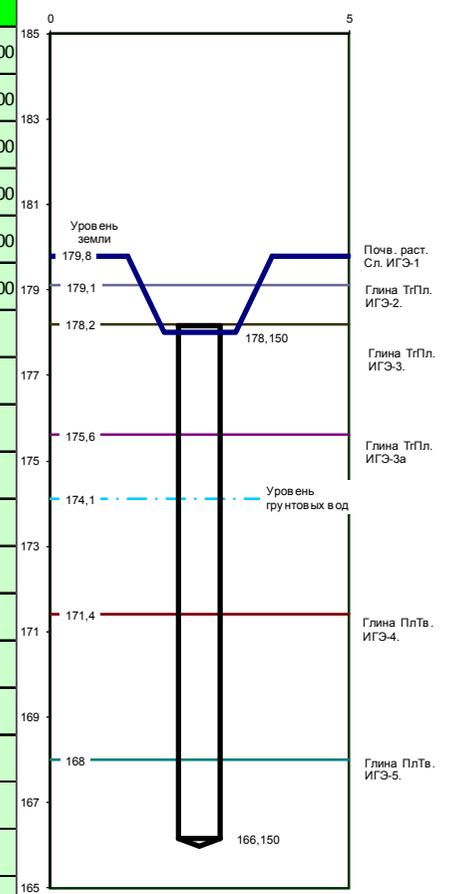
Таблица 3.28. Геологические условия на строительной площадке

Геологические условия на площадке строительного 12 этажного дома																					
Случай расчета		1 расчетные значения 0,95																			
№ инженерно-геологических элементов	Стратиграф. индекс	Описание грунта	Тип грунта	Природная влажность, дол. ед.	Плотность грунта, т/куб.м	Удельный вес грунта, кН/куб.м	Плотность сухого грунта, т/куб.м	Плотность частиц грунта, т/куб.м	Коэффициент пористости, дол. ед.	Степень влажности, дол. ед.	Предел текучести, дол. ед.	Предел раскатывания, дол. ед.	Число пластичности, дол. ед.	Показатель текучести, дол. ед.	Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, град	Модуль деформации, МПа	Удельн. сопротивл. грунта уonusу зонда, МПа	Удельн. сопротивл. грунта по боковой поверхности зонда, кПа	Водоупор	
1	1	tQIV	Почв. раст. Сл. ИГЭ-1	глина тугопластичная	0,31	2,01	19,74	1,53	2,70	0,765	1,108	0,43	0,25	0,18	0,38	15,0	10,0	6,0	1,2	25,0	
2	2	aQIV	Глина ТгПл. ИГЭ-2.	глина тугопластичная	0,38	1,83	17,97	1,33	2,70	1,036	0,990	0,53	0,29	0,24	0,40	27,0	14,0	10,0	2,3	58,0	
3	3	aQIV	Глина ТгПл. ИГЭ-3.	глина тугопластичная	0,40	1,81	17,77	1,29	2,70	1,088	0,992	0,52	0,31	0,21	0,42	20,0	15,0	16,0	2,8	75,0	
4	3а	aQIV	Глина ТгПл. ИГЭ-3а	глина тугопластичная	0,43	1,69	16,60	1,18	2,70	1,285	0,904	0,55	0,32	0,23	0,46	20,0	15,0	10,0	2,1	60,0	
5	4	eKz(K2m)	Глина ПлТв. ИГЭ-4.	глина полутвердая	0,43	1,82	17,87	1,27	2,70	1,121	1,035	0,59	0,38	0,21	0,24	16,0	17,0	19,0	3,1	81,0	
6	5	K2m	Глина ПлТв. ИГЭ-5.	глина полутвердая	0,45	1,84	18,07	1,27	2,70	1,128	1,077	0,60	0,40	0,20	0,23	41,0	19,0	22,0	4,1	92,0	1,0
7																					



Таблица 3.30. Геологический разрез по скважине 2

Геологический разрез по скважине			СКВ_1830						
				168,00		5,70	5,7		25,00
			Водоупор	174,10					
			Уровень грунтовых вод						
Отметка верха слоя, м	Номер слоя	Вид грунта	Отметка низа слоя, м	Глубина заложения слоя, м	Толщина слоя, м	Показатель текучести	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Модуль деформации , МПа	
179,80	1	Почв. раст. Сл. ИГЭ-1	179,10	0,70	0,70	0,38	2,01	6,00	
179,10	2	Глина ТгПл. ИГЭ-2.	178,20	1,60	0,90	0,40	1,83	10,00	
178,20	3	Глина ТгПл. ИГЭ-3.	175,60	4,20	2,60	0,42	1,81	16,00	
175,60	3а	Глина ТгПл. ИГЭ-3а	171,40	8,40	4,20	0,46	1,69	10,00	
171,40	4	Глина ПлТв. ИГЭ-4.	168,00	11,80	3,40	0,24	1,82	19,00	
168,00	5	Глина ПлТв. ИГЭ-5.	154,80	25,00	13,20	0,23	1,84	22,00	
154,80									







### 3.3.4. Расчет осадки фундамента

В соответствии с п. 7.4.6 [11] осадка большеразмерного свайного фундамента (свайного поля) рассчитывается по формуле

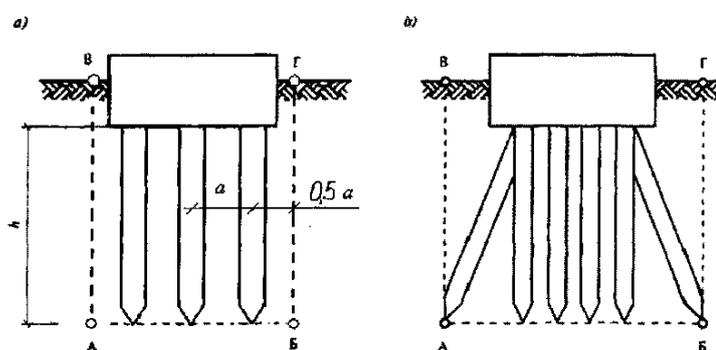
$$s = s_{ef} + \Delta s_p + \Delta s_c,$$

где  $s_{ef}$  - осадка условного фундамента;

$\Delta s_p$  - дополнительная осадка за счет продавливания свай на уровне подошвы условного фундамента;

$\Delta s_c$  - дополнительная осадка за счет сжатия ствола свай.

В соответствии с п. 7.4.7 [11], границы условного фундамента (см. рис. 3.2.) определяют следующим образом:



**Рис. 3.2. Определение границ условного фундамента при расчете осадки свайных фундаментам.**

снизу - плоскостью АБ, проходящей через нижние концы свай;

с боков - вертикальными плоскостями АВ и БГ, отстоящими от осей крайних рядов вертикальных свай на расстоянии 0,5 шага свай (рисунок 1, а), но не более  $2d$  ( $d$  - диаметр или сторона поперечного сечения свай), а при наличии наклонных свай - проходящими через нижние концы этих свай (рисунок 1, б);

сверху - поверхностью планировки грунта ВГ.

Расчет осадки условного фундамента производят методом послойного суммирования деформаций линейно-деформируемого основания с условным ограничением сжимаемой толщи (см. [СП 22.13330](#)).

Вертикальное нормальное напряжение  $\sigma_{zp}$ , определяющее деформации и глубину сжимаемой толщи, подсчитывается только от действия нагрузки, приложенной к свайному фундаменту, т.е. вес грунта в пределах условного фундамента не учитывается. Начальные напряжения  $\sigma_{zu}$  определяются с учетом

отрывки котлована.

### Расчет осадки свайного фундамента как условного фундамента

В соответствии с п. 5.6.31 [10] осадку основания фундамента  $s$ , см, с использованием расчетной схемы в виде линейно деформируемого полупространства определяют методом послойного суммирования по формуле

$$s = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i}) \cdot h_i}{E_i} + \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z\gamma,i} \cdot h_i}{E_{e,i}}$$

где  $\beta$  - безразмерный коэффициент, равный 0,8;

$\sigma_{zp,i}$  - среднее значение вертикального нормального напряжения (далее - вертикальное напряжение) от внешней нагрузки в  $i$ -м слое грунта по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, кПа;

$h_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта, см, принимаемая не более 0,4 ширины фундамента;

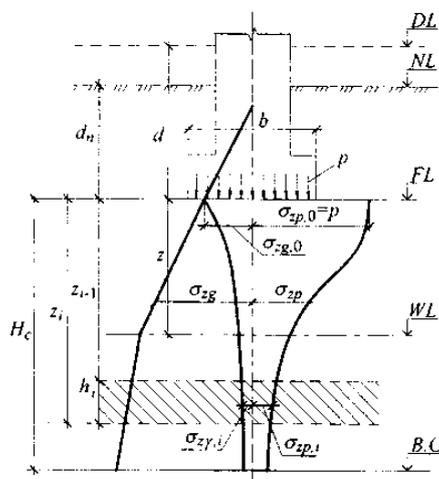
$E_i$  - модуль деформации  $i$ -го слоя грунта по ветви первичного нагружения, кПа;

$\sigma_{z\gamma}$  - среднее значение вертикального напряжения в  $i$ -м слое грунта по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, от собственного веса выбранного при отрывке котлована грунта, кПа;

$E_{e,i}$  - модуль деформации  $i$ -го слоя грунта по ветви вторичного нагружения, кПа;

$n$  - число слоев, на которые разбита сжимаемая толща основания.

При этом распределение вертикальных напряжений по глубине основания принимают в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.3.



$DL$  - отметка планировки;  $NL$  - отметка поверхности природного рельефа;  $FL$  - отметка подошвы фундамента;  $WL$  - уровень подземных вод;  $B,C$  - нижняя граница сжимаемой толщи;  $d$

и  $d_n$  - глубина заложения фундамента соответственно от уровня планировки и поверхности природного рельефа;  $b$  - ширина фундамента;  $p$  - среднее давление под подошвой фундамента;  $\sigma_{zg}$  и  $\sigma_{zg,0}$  - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на глубине  $z$  от подошвы фундамента и на уровне подошвы;  $\sigma_{zp}$  и  $\sigma_{zp,0}$  - вертикальное напряжение от внешней нагрузки на глубине  $z$  от подошвы фундамента и на уровне подошвы;  $\sigma_{z\gamma i}$  - вертикальное напряжение от собственного веса вынутого в котловане грунта в середине  $i$ -го слоя на глубине  $z$  от подошвы фундамента;  $H_c$  - глубина сжимаемой толщи

**Рис.3.3. Схема распределения вертикальных напряжений в линейно-деформируемом полупространстве.**

В соответствии с п. 5.6.31 [10], при отсутствии опытных данных определений модуля деформации  $E_{e,i}$  допускается принимать  $E_{e,i} = 5E_i$ . Средние значения напряжений  $\sigma_{zp,i}$  и  $\sigma_{z\gamma i}$  в  $i$ -м слое грунта допускается вычислять как полусумму соответствующих напряжений на верхней  $z_{i-1}$  и нижней  $z_i$  границах слоя.

В соответствии с п 7.4.7 [11] при расчете осадок свайных фундаментов вертикальное нормальное напряжение  $\sigma_{zp}$ , определяющее деформации и глубину сжимаемой толщи, подсчитывается только от действия нагрузки, приложенной к свайному фундаменту, т.е. вес грунта в пределах условного фундамента не учитывается. Начальные напряжения  $\sigma_{zu}$  определяются с учетом отрывки котлована.

Для прямоугольных, круглых и ленточных фундаментов значения  $\sigma_{zp}$ , кПа, на глубине  $z$  от подошвы фундамента по вертикали, проходящей через центр подошвы, в соответствии с п. 5.6.32 [10] определяют по формуле

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p,$$

где  $\alpha$  - коэффициент, принимаемый по таблице 5.8 [10] в зависимости от относительной глубины  $\xi$ , равной  $\frac{2z}{b}$ ;

$p$  - среднее давление под подошвой фундамента, кПа.

Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на отметке подошвы фундамента на глубине  $z$  от подошвы прямоугольных, круглых и ленточных фундаментов в соответствии с п. 5.6.33 определяют по формуле

$$\sigma_{z\gamma} = \alpha \cdot \sigma_{zg,0},$$

где  $\alpha$  - коэффициент, принимаемый по таблице 5.8 в зависимости от относительной глубины  $\xi$ , равной  $\frac{2z}{b}$ ;

$\sigma_{zg,0}$  - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на отметке подошвы фундамента, кПа. При планировке срезкой  $\sigma_{zg,0} = \gamma'd$ , при отсутствии планировки и планировке подсыпкой  $\sigma_{zg,0} = \gamma'd_n$ , где  $\gamma'$  - удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>, расположенного выше подошвы;  $d$  и  $d_n$ , м, - см. Рис. 2.2).

При этом в расчете  $\sigma_{z\gamma}$  используются размеры в плане не фундамента, а котлована.

В соответствии с п 5.6.34, при расчете осадки фундаментов, возводимых в котлованах глубиной менее 5 м, допускается в формуле (5.16) не учитывать второе слагаемое.

В соответствии с 5.6.35, если среднее давление под подошвой фундамента  $p \leq \sigma_{zg,0}$ , осадку основания фундамента  $s$  определяют по формуле

$$s = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_{e,i}}$$

где  $\beta$ ,  $\sigma_{zp,i}$ ,  $h_i$ ,  $E_{e,i}$  и  $n$  - то же, что и в формуле (5.16).

В соответствии с п. 5.6.39 при сплошной равномерно распределенной нагрузке на поверхности земли интенсивностью  $q$ , кПа (например, от веса планировочной насыпи), значение  $\sigma_{zp,nf}$  по формуле (5.22) для любой глубины  $z$  определяют по формуле  $\sigma_{zp,nf} = \sigma_{zp} + q$ .

В соответствии с п. 5.6.40 вертикальное эффективное напряжение от собственного веса грунта  $\sigma_{zg}$ , кПа, на границе слоя, расположенного на глубине  $z$  от подошвы фундамента, определяется по формуле

$$\sigma_{zq} = \gamma' \cdot d_n + \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i - u,$$

где  $\gamma'$  - средний удельный вес грунта, расположенного выше подошвы фундамента, кН/м<sup>3</sup>;

$d_n$  - м, см. рисунок 3.3;

$\gamma_i$  и  $h_i$  - соответственно удельный вес, кН/м<sup>3</sup>, и толщина  $i$ -го слоя грунта, залегающего выше границы слоя на глубине  $z$  от подошвы фундамента,

м;

$u$  - поровое давление на рассматриваемой границе слоя, кН/м<sup>3</sup>.

Для неводонасыщенных грунтов поровое давление принимается равным нулю ( $u = 0$ ). Удельный вес грунтов, залегающих ниже уровня подземных вод, должен приниматься с учетом взвешивающего действия воды при коэффициенте фильтрации слоя грунта больше  $1 \times 10^{-5}$  м/сут и  $I_L > 0,25$  (для глинистых грунтов).

При расположении ниже уровня грунтовых вод слоя грунта с коэффициентом фильтрации менее  $1 \times 10^{-5}$  м/сут и  $I_L > 0,25$  (для глинистых грунтов) его удельный вес принимается без учета взвешивающего действия воды, для определения  $\sigma_{zg}$  в этом слое и ниже его следует учитывать давление столба воды, расположенного выше этого слоя.

Нижнюю границу сжимаемой толщи в соответствии с п 5.6.41 [10] основания принимают на глубине  $z = H_c$ , где выполняется условие  $\sigma_{zp} = 0,5 \sigma_{zg}$ .

При этом глубина сжимаемой толщи не должна быть меньше

$H_{min}$ , равной  $b/2$  при  $b \leq 10$  м,

$(4 + 0,1b)$  при  $10 < b \leq 60$  м

10 м при  $b > 60$  м.

В соответствии с выполненным статическим расчетом

Сумма расчетных вертикальных нагрузок на стену по оси 1 (участок длиной 5 м).

$$N = 3169,890 \text{ кН}$$

Суммарная нормативная нагрузка на здание

$$N_n = N / \gamma_f = 3169,890 / 1,15 = 2756,426 \text{ кН.}$$

Габариты свайного поля (по обрезу свай)  $b_{cn} \times l_{cn} = 0,70 \times 5,00$  м

Шаг свай  $a = 0,900$  м

Диаметр сваи  $d = 0,300$  м

Приращение ширины условного фундамента

$$\Delta b = 0,5 \cdot a = 0,5 \cdot 0,900 = 0,450 \text{ м} < 2,0 \cdot d = 2,0 \cdot 0,300 = 0,600 \text{ м,}$$

принимаем минимальное значение равное  $\Delta b = 0,450$  м,

Габариты условного фундамента  $b_f \times l_f = 1,150 \times 5,450$  м.

Среднее давление под подошвой фундамента от нормативной нагрузки

$$p_{II} = \frac{N_n}{b_f \times l_f} = \frac{2756,426}{1,150 \times 5,450} = 439,8 \text{ кПа.}$$

Количество свай в ростверке  $n = 6$

Средняя нагрузка на сваю  $P_{II} = 2756,426 / 6 = 459,404$  кН

Заглубление котлована от уровня земли  $h_\gamma = 1,80$  м

Плотность грунта (с учетом взвешивающего действия воды)  $\rho_{II} = 13,504$  кН/м<sup>3</sup>

Давление от собственного веса грунта на уровне дна котлована

$$\sigma_{z\gamma} = \rho_{II} \cdot h = 13,504 \cdot 1,80 = 24,307 \text{ кПа.}$$

Заглубление условного фундамента от уровня земли (+179,800)  $d_f = 13,650$  м

Заглубление условного фундамента от уровня

планировочной отметки (+179,900)  $d_n = 13,750$  м.

Давление от собственного веса грунта на уровне низа условного фундамента

$$\sigma_{zg,0} = \rho_I \cdot d_n = 13,650 \cdot 13,504 = 184,330 \text{ кПа.}$$

Минимальный уровень нижней границы сжимаемой толщи для фундамента шириной  $b = 0,9$  м ( $b < 10$  м) равен  $H_{min} = b / 2 = 0,9 / 2 = 0,45$  м.

Поскольку  $p = 459,404$  кПа  $>$   $\sigma_{zg,0} = 184,330$  кПа; осадка фундамента  $s$  определяется по формуле

$$s = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i}) \cdot h_i}{E_i} + \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z\gamma,i} \cdot h_i}{E_{e,i}}$$

Определение осадки произведено в табл. 3.33.

В соответствии с расчетом осадка условного фундамента составит

$$s_{ef} = 0,8 \cdot 0,0327 = 0,026 \text{ м}$$

**Таблица 3.33. Определение осадки условного фундамента**

	Толщина слоя	Отметка	Глубина участка	к-т	к-т	Прир. давл.	Прир. давл.	Прир. давл. в ктл	Прир. давл. в котл. ср.	Доп. давл.	Дополн. давл. ср.	Модуль деф.	Модуль деф.	Деформ. слоя
	$h_i$		$Z_i$	$\zeta$	$\alpha$	$\sigma_{zgi}$	$\sigma_{z\gamma i}$	$\sigma_{z\gamma i}$	$\sigma_{z\gamma i,ср}$	$\sigma_{zpi}$	$\sigma_{zpi,ср}$	E	$E_e$	s
	м	м	м			кПа	кПа	кПа	кПа	кПа	кПа	МПа	МПа	м
		166,150			1,000	184,327	184,327	62,040	62,040	467,182				
1		166,150			1,000	184,327	184,327	24,307	24,307	467,182				
2	0,200	165,950	0,200	0,308	0,989	186,883	182,275	24,036	24,036	461,980	464,581	22,00	110,00	0,0040
3	0,200	165,750	0,400	0,615	0,933	189,439	171,905	22,669	22,669	435,699	448,840	22,00	110,00	0,0039
4	0,200	165,550	0,600	0,923	0,842	191,995	155,132	20,457	20,457	393,187	414,443	22,00	110,00	0,0036
5	0,200	165,350	0,800	1,231	0,743	194,551	137,032	18,070	18,070	347,313	370,250	22,00	110,00	0,0032
6	0,200	165,150	1,000	1,538	0,653	197,107	120,411	15,878	15,878	305,186	326,249	22,00	110,00	0,0029
7	0,200	164,950	1,200	1,846	0,575	199,664	106,057	13,986	13,986	268,804	286,995	22,00	110,00	0,0025
8	0,200	164,750	1,400	2,154	0,509	202,220	93,894	12,382	12,382	237,978	253,391	22,00	110,00	0,0022
9	0,200	164,550	1,600	2,462	0,454	204,776	83,601	11,024	11,024	211,890	224,934	22,00	110,00	0,0020
10	0,200	164,350	1,800	2,769	0,406	207,332	74,841	9,869	9,869	189,686	200,788	22,00	110,00	0,0018
11	0,200	164,150	2,000	3,077	0,365	209,888	67,327	8,878	8,878	170,642	180,164	22,00	110,00	0,0016
12	0,200	163,950	2,200	3,385	0,330	212,444	60,831	8,022	8,022	154,178	162,410	22,00	110,00	0,0014
13	0,200	163,750	2,400	3,692	0,299	215,000	55,175	7,276	7,276	139,843	147,010	22,00	110,00	0,0013
14	0,200	163,550	2,600	4,000	0,272	217,556	50,220	6,622	6,622	127,285	133,564	22,00	110,00	0,0012
15	0,200	163,350	2,800	4,308	0,249	220,113	45,857	6,047	6,047	116,225	121,755	22,00	110,00	0,0011
16	0,200	163,150	3,000	4,615	0,228	222,669	41,995	5,538	5,538	106,438	111,332	22,00	110,00	
17	0,200	162,950	3,200	4,923	0,209	225,225	38,565	5,085	5,085	97,744	102,091	22,00	110,00	
18	0,200	162,750	3,400	5,231	0,193	227,781	35,507	4,682	4,682	89,993	93,869	22,00	110,00	
19	0,200	162,550	3,600	5,538	0,178	230,337	32,771	4,321	4,321	83,059	86,526	22,00	110,00	
20	0,200	162,350	3,800	5,846	0,164	232,893	30,317	3,998	3,998	76,839	79,949	22,00	110,00	
														<b>0,0327</b>
														<b>0,0262</b>

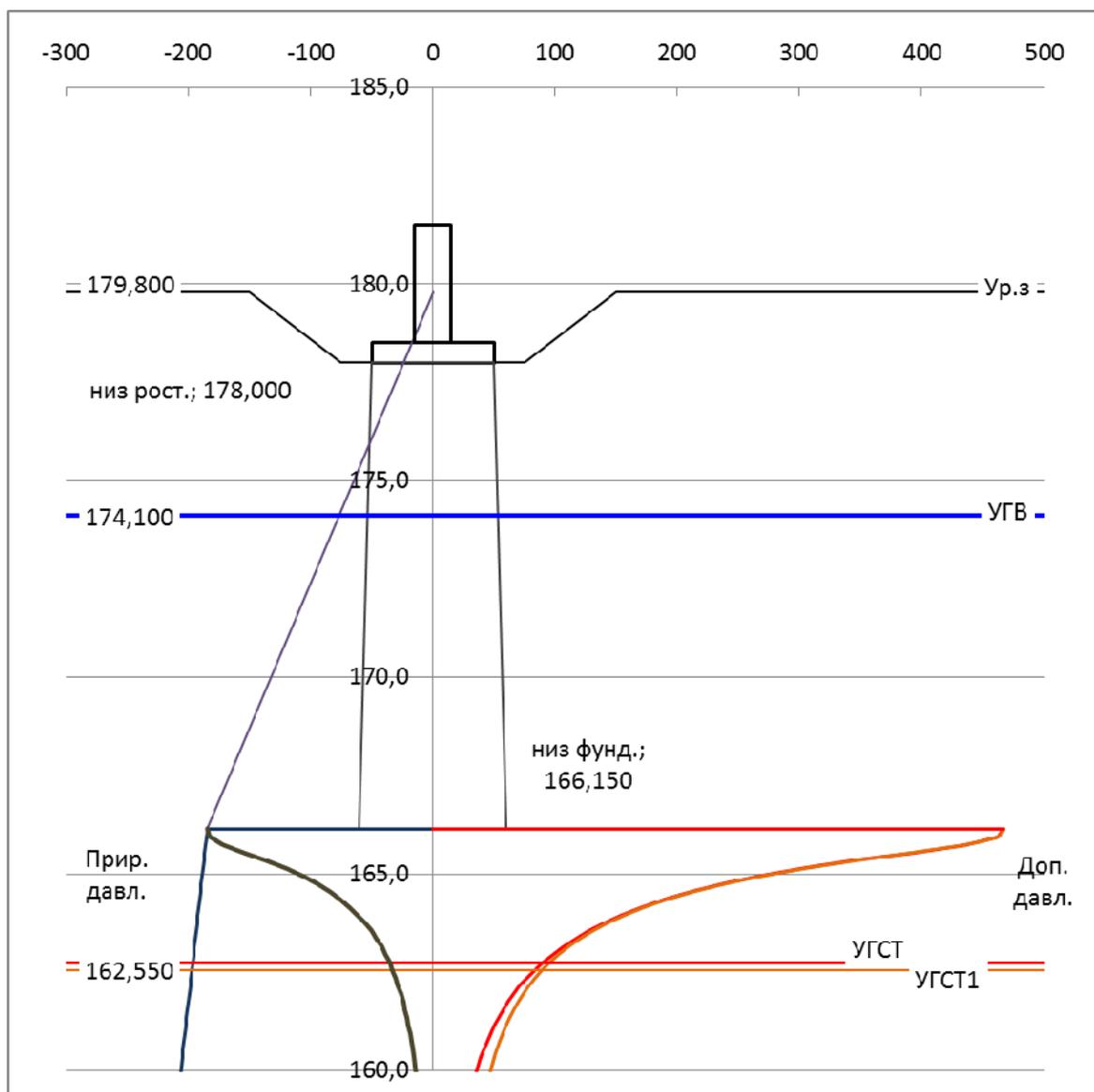


Рис.3.4. Схема распределения вертикальных напряжений в линейно-деформируемом полупространстве.

### 3.3.5. Расчет осадки продавливания

В соответствии с п. 7.4.8 [11] величина осадки продавливания  $\Delta s_p$  зависит от шага свай в свайном поле, причем шаг может быть переменным.

Расчет следует выполнять применительно к цилиндрическому объему (ячейке), в пределах которого все точки находятся ближе к оси данной сваи, чем к осям остальных свай (это не относится к крайним сваям). Площадь горизонтального поперечного сечения ячейки равна  $\Omega = a^2$ ,

где  $a$  - шаг свайного поля в окрестности данной сваи.

Грунт в объеме ячейки делится на две однородные части: в пределах длины сваи  $l$  с модулем общей деформации  $E_1$  и коэффициентом поперечной

деформации  $\nu_1$ , а ниже - с аналогичными параметрами  $E_2$  и  $\nu_2$ . (В общем случае неоднородного по глубине основания эти параметры получаются осреднением, см. 7.4.3 и рис. 3.5.)

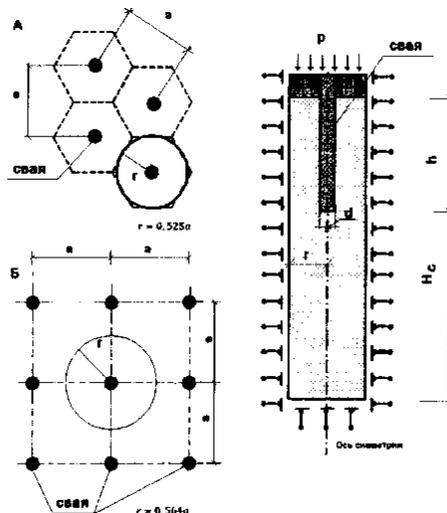


Рис.3.5. Расчетная схема метода ячейки

Внешняя нагрузка на ячейку составляет  $P = p \cdot \Omega$ .

В случае однородного основания ( $E_1 = E_2$ ,  $\nu_1 = \nu_2$ ) осадка продавливания равна

$$\Delta s_{p1} = \frac{\pi \cdot (1 - \nu_2^2) \cdot p}{4 \cdot E_2} \cdot (a - 1,5 \cdot d)$$

где  $d$  - диаметр сваи. Для идеальной сваи ( $E_1 = 0$ )

$$\Delta s_{p0} = \frac{(1 - \nu_2^2) \cdot (1 - k) \cdot P}{d \cdot E_2}$$

где  $k = \sqrt{\frac{A}{\Omega}}$

В общем случае  $0 < E_1 \leq E_2$  осадка продавливания равна

$$\Delta s_{p0} = \frac{\Delta s_{p1}}{\frac{\Delta s_{p1}}{\Delta s_{p0}} \cdot \left(1 - \frac{E_1}{E_2}\right) + \frac{E_1}{E_2}}$$

Свая длиной  $l = 12$  м.

Диаметр сваи приведенный  $d = 0,338$  м

Площадь поп-ного сечения сваи  $A = \pi \cdot d^2 / 4 = 3,142 \cdot 0,338^2 / 4 = 0,090$  кв.м. Шаг свай в ячейке  $a = 0,9$  м

Площадь гор-ого поперечного сечения ячейки  $\Omega = a^2 = 0,9^2 = 0,810$  кв.м.

**Слой 1**

высота слоя	$h_1 = 13,450 \text{ м}$
модуль деформации грунта	$E_1 = 15,67 \text{ МПа}$
коэффициент бокового расширения грунта	$\nu_1 = 0,3885$
плотность грунта	$\rho_1 = 13,504 \text{ кН/м}^3$

## Слой 2

высота слоя	$h_2 = 3,600 \text{ м}$
модуль деформации грунта	$E_2 = 22,00 \text{ МПа}$
коэффициент бокового расширения грунта	$\nu_2 = 0,3736$

Нагрузка на сваю, средняя  $P = 2756,426 / 6 = 459,404 \text{ кН}$

Давление на ячейку  $p = P / \Omega = 459,404 / 0,81 = 567,165 \text{ кПа}$

$$\Delta s_{p1} = \frac{\pi \cdot (1 - \nu_2^2) \cdot p}{4 \cdot E_2} \cdot (a - 1,5 \cdot d) =$$

$$= 3,142 \cdot (1 - 0,3736^2) \cdot 567,165 / (4 \cdot 22,00 \times 10^3) \cdot (0,900 - 1,5 \cdot 0,338) = 0,007 \text{ м}$$

$$k = \sqrt{\frac{A}{\Omega}} = \sqrt{\frac{0,090}{2,25}} = 0,200$$

$$\Delta s_{p0} = \frac{(1 - \nu_2^2) \cdot (1 - k) \cdot P}{d \cdot E_2} = (1 - 0,3736^2) \cdot (1 - 0,200) \cdot 459,404 / (0,338 \cdot$$

$$22,00 \times 10^3) = 0,043 \text{ м}$$

$$\Delta s_{p0} = \frac{\Delta s_{p1}}{\frac{\Delta s_{p1}}{\Delta s_{p0}} \cdot \left(1 - \frac{E_1}{E_2}\right) + \frac{E_1}{E_2}} =$$

$$= 0,007 / (0,007 / 0,043 \cdot (1 - 15,67 \times 10^3 / 22,00 \times 10^3) + (15,67 \times 10^3 / 22,00 \times 10^3)) =$$

**0,009 м.**

## Осадка сжатия ствола

В соответствии с п. 7.4.9 осадку за счет сжатия ствола допускается определять по формуле

$$\frac{P \cdot (l - a)}{E \cdot A} = 459,404 \cdot (12,000 - 0,9) / (27000000 \cdot 0,090) = \mathbf{0,002 \text{ м}}$$

## Полная осадка свайного фундамента

$s = s_{ef} + \Delta s_{p0} + \Delta s_{pc} = 0,042 + 0,017 + 0,003 = 0,062 \text{ м.}$ , что значительно меньше допустимого значения  $s = 0,150 \text{ м}$  ([10], приложение Д).

Коэффициент запаса  $K = 0,150 - 0,062 / 0,150 \times 100\% = 58,7 \%$

## 4. Раздел технологии строительного производства

### 4.1. Общие положения

Целью настоящего раздела является выбор наиболее рационального экономически целесообразных методов безопасного производства работ.

Определение объемов работ - начальный этап проекта производства работ. Этот пункт предполагает анализ технического проекта, рабочих чертежей здания с технических позиций рационального ведения работ.

Спецификация используется для подсчетов объема работ по основным вспомогательным и транспортным процессам, которые являются основными частями всего строительного-монтажного производства.

### 4.2. Ведомость подсчета объемов СМР

Таблица 4.1.

№ п/п	Наименование работ, процессов	Ед. измер.	Объем работ
1	2	3	4
1.	Срезка растительного грунта и разработка грунта с погрузкой на автомобили экскаваторами с ковшем вместимостью 0,5 (0,5-0,63)м <sup>3</sup>	1000м <sup>3</sup>	1,72
2.	Доработка грунта в выемках	1000 м <sup>3</sup>	0,1
3.	Погружение свай дизель молотом	м <sup>3</sup>	565,34
4.	Устройство бетонной подготовки под плиту	100м <sup>3</sup>	0,81
5.	Устройство монолитного ленточного ростверка	100м <sup>3</sup>	7,84
6.	Установка блоков стен подвала	100шт	6,0
7.	Устройство гидроизоляции стен подвала	100м <sup>2</sup>	10,2
8.	Засыпка котлована с перемещением грунта до 5м бульдозерами 2 группа грунтов	1000м <sup>3</sup>	0,49
9.	Кирпичная кладка стен	м <sup>3</sup>	5948,0
10.	Устройство перегородок	100м <sup>2</sup>	84,18
11.	Установка перемычек	100шт.	25,58
12.	Монтаж ж/б перекрытий и площадок	100м <sup>3</sup> .	20,46
13.	Монтаж лестничных маршей	100 шт.	0,34
14.	Теплоизоляция стен	м <sup>3</sup>	406,7
15.	Кровельные работы	100м <sup>2</sup>	197,4
16.	Заполнение оконных и дверных проемов	100м <sup>2</sup>	32,4
17.	Штукатурные работы	100м <sup>2</sup>	335,3
18.	Малярные работы	100м <sup>2</sup>	164,8
19.	Устройство полов	100м <sup>2</sup>	474,8
20.	Оклейка стен обоями	100м <sup>2</sup>	162,2
21.	Облицовка стен керамической плиткой	100м <sup>2</sup>	24,72
22.	Наружная отделка фасада	100м <sup>2</sup>	271,63
23.	Прочие работы		

### **4.3. Проект производства работ**

#### **4.3.1. Указания по подготовке строительной площадки и объекта**

Внутриплощадочные подготовительные работы должны предусматривать сдачу-приемку геодезической разбивочной основы для строительства и геодезические разбивочные работы для прокладки инженерных сетей, дорог и возведения зданий и сооружений, освобождение строительной площадки для производства строительно-монтажных работ (расчистка территории, снос строений и др.), планировку территории, искусственное понижение (в необходимых случаях) уровня грунтовых вод, перекладку существующих и прокладку новых инженерных сетей, устройство постоянных и временных дорог, инвентарных временных ограждений строительной площадки с организацией в необходимых случаях контроль - пропускного режима, размещение мобильных (инвентарных) зданий и сооружений производственного, складского, вспомогательного, бытового и общественного назначения, устройство складских площадок и помещений для материалов, конструкций и оборудования, организацию связи для оперативно-диспетчерского управления производством работ, обеспечение строительной площадки противопожарным водоснабжением и инвентарем, освещением и средствами сигнализации. В подготовительный период должны быть также возведены постоянные здания и сооружения, используемые для нужд строительства, или приспособлены для этих целей существующие.

#### **4.3.2. Технология и организация возведения здания**

Двенадцати этажный жилой дом со сборными железобетонными перекрытиями имеет в плане размеры  $15,7 \times 44,6$  м, высота этажа – 3,00м. Фундаменты приняты в проекте свайными, ростверк выполнен в виде монолитной железобетонной ленты под несущие стены. Покрытие, как и перекрытия, выполнено из сборных железобетонных плит, наружные стены кирпичные самонесущие. Утепление наружное пенополистирольными

плитами с дальнейшим оштукатуриванием поверхности. Выбор методов монтажа конструкций произведен с учетом конструктивных особенностей и размеров здания. Для подачи строительных материалов и приспособлений на этаж используется подъемный башенный кран КБ 503.

#### **4.3.3. Методы и последовательность производства работ.**

Технологические решения по монтажу строительных конструкций соответствуют требованиям [27-31].

В состав земляных работ входят:

- а) срезка и транспортировка растительного слоя грунта;
- б) срезка и подсыпка грунта при вертикальной планировке территорий;
- в) рытье котлована под фундаменты здания с отвозкой излишнего грунта.

В зависимости от последовательности забивки рядов свай временные реперы устанавливаются по двум схемам: для визирования продольных рядов. Разбивка каждого свайного ряда и куста сохраняется до момента приемки всех свай этого ряда. Разбивку центра каждой сваи на местности выполняется с помощью стальной ленты, прикладываемой по провешенной оси соответствующего свайного ряда.

Наиболее эффективной является технология вдавливания свай т.е. погружение железобетонных свай в условиях плотной застройки, где запрещено погружать сваи ударным методом или вибропогружением из-за недопустимости динамических, вибрационных и шумовых воздействий. В состав основных работ входят: перемещение копровой установки к месту погружения сваи; строповка и подтягивание сваи к копру; установка сваи на точку погружения и выверка правильности ее положения; закрепление на свае наголовника; установка погружателя и расстроповка сваи; погружение сваи с выверкой ее положения; снятие погружателя и наголовника; срубка недопогруженной части сваи или забивка дублирующей сваи.

К устройству монолитного железобетонного ростверка приступают после погружения свай на всем свайном поле. До начала устройства ленточного ростверка выполняют срубку голов свай на проектную отметку с

помощью отбойных молотков. Оголенную арматуру подрезают электросварочным аппаратом для связи с бетонной плитой.

Ленточный ростверк устанавливают на тщательно выровненное под проектную отметку основание. Армирование ленточного ростверка осуществляется пространственными каркасами путем заведения свободных концов каркаса в другой каркас на 50 диаметров стержней рабочей арматуры.

Для создания защитного слоя бетона устанавливают фиксаторы, изготовленные из пластмассы и оставляют их в бетоне.

До начала монтажа разборно-переставной опалубки металлические щиты с помощью прижимных скоб собирают в опалубочные панели.

Монтаж стальных опалубочных форм выполняет также звено из двух плотников 4 и 3 разрядов.

Укладка бетона в фундаменты производится в несколько этапов. Перерыв между этапами бетонирования (или укладкой слоев смеси) должен быть не менее 40 минут, но не более двух часов.

После укладки бетонной смеси в опалубку необходимо создать благоприятные температурно-влажностные условия для твердения бетона. Горизонтальные поверхности забетонированного фундамента укрывают влажной мешковиной, брезентом, опилками, песком (регулярно смачиваемыми), листовыми, рулонными материалами или покрывают защитными пленками на срок, зависящий от климатических условий, в соответствии с указаниями строительной лаборатории.

После достижения бетоном необходимой прочности опалубку демонтируют. После монтажа фундаментов всего здания или отдельных участков с помощью нивелира проверяют отметки поверхности всего фундамента. В результате проверки составляют исполнительную схему монтажа фундаментов. Эту схему прикладывают к акту приемки фундаментов.

Затем приступают к монтажу фундаментных блоков стен подвала.

Монтаж плит перекрытия устраивают после возведения стен и набора ими необходимой начальной прочности. При возведении каменных стен требуется установить порядовки и натянуть причалки, которые призваны обеспечить горизонтальность кладки, конечно, в рамках одной хватки. Причалка представляет собой плетеный шнур толщиной 2-3 миллиметра, который устанавливается для кладки внешней версты по инвентарным порядовкам. На местах, где устанавливаются порядовки, выкладывают так называемые маяки высотой не менее шести рядов кладки. Чтобы причалки, натянутые по порядовкам, не провисали, через каждые пять метров на раствор укладывается маячный кирпич, а сверху причалку прижимают кирпичом, который просто ставят на маячный кирпич, без использования раствора.

Раствор расстилается при помощи ковша-лопатки, образуя грядку необходимой ширины и высотой три сантиметра. Кладку выполняют за три стадии. Сначала кирпич кладется на раствор чуть поодаль от предыдущего, затем кирпич направляется по раствору, образуя вертикальные швы, а уже потом кирпич вдавливается в устанавливаемое место и мастерком удаляется лишний раствор.

Подача строительных материалов для монтажа сборных перемычек над оконными и дверными проемами, кладочного раствора осуществляется башенным краном на рабочие места каменщиков. Укладка сборных железобетонных перемычек монтируется при помощи башенного крана и отдельных арматурных стержней вручную по ходу каменной кладки.

Лестничные марши и площадки монтируют по мере возведения стен здания. Лестничный марш стропуют четырехветвенным стропом с двумя укороченными ветвями, которые придают поднимаемому элементу наклон немного больше проектного. При установке лестничного марша его сначала опирают на нижнюю площадку, а затем на верхнюю.

Перед установкой марша монтажники устраивают на опорных местах лестничных площадок постель из раствора, набрасывая и разравнивая его

кельмами. При установке маршей один монтажник находится на нижней площадке, другой - на вышележащем перекрытии или на подмостях рядом с лестничной клеткой. Принимая марш, монтажник направляет его в лестничную клетку, двигаясь одновременно к верхней площадке. На высоте 30-40 см от места посадки марша оба монтажника прижимают его к стенке, дают машинисту крана сигнал и устанавливают на место сначала нижний конец марша, затем верхний. Неточности установки исправляют ломиками, после чего отцепляют строп, замоноличивают стыки между маршем и площадками цементным раствором и устанавливают инвентарные ограждения.

Положение установленной конструкции проверяют по вертикали и в плане. Для выверки положения лестничных площадок в плане применяют деревянный шаблон, копирующий профиль опорной части лестничного марша.

Готовая конструкция окон и дверей доставляется на место назначения в защитной упаковке. Монтаж элементов окна производится на чистовой кирпич. Раму пластикового окна с присоединенным подставочным (подоконным) профилем вставляется в проем. Перемещая раму пластикового ПВХ окна по горизонтали, зазор делается одинаковый с обеих боков. По уровню и с помощью технологических клиньев выставляется рама окна в вертикальной плоскости. Наносится на раму окна отметки под сверление отверстий под дюбель в местах закладных деревянных пробок. Вынуть раму из проема и по меткам просверливаются отверстия под дюбеля. Между рамой окна и четвертью делается зазор 3-7 мм, который в дальнейшем запенивается и закрывается снаружи. Рама выставляется в проеме. Проверяется уровнем горизонтальное положение и закрепление ее клиньями. По имеющимся отверстиям в раме насверливаются отверстия в стене под дюбеля. Затем вставляются дюбеля и затягиваются. С противоположной шуруповерту стороны раму подпирают с помощью деревянного клина. Запенивают по периметру шов между рамой пластикового окна и стеной. Подоконник

устанавливается на пену. В месте контакта с рамой пластикового окна перед установкой наносится полоска силикона. Затем подоконник заводят под раму окна ПВХ по уровню и прижимают клиньями снизу к раме, а при необходимости распирают сверху. Вставить стеклопакет в глухую часть окна, навесить створки пластикового окна. Двери их ПВХ монтируются аналогично.

#### **4.4. Выбор ведущих машин и средства подмащивания, инвентаря, монтажных приспособлений, оснастки и инструментов**

##### **4.4.1. Выбор монтажных механизмов**

Для выполнения того или иного строительного процесса средствами комплексной механизации подобран соответствующий комплект машин. При этом машину, от которой в наибольшей степени зависит темп выполнения процесса, считают главной, ведущей. Все прочие машины в комплекте должны гармонично сочетаться с ведущей по техническим параметрам, по способности работать в тех же условиях с максимальной производительностью. В процессах по разработке грунта ведущими машинами считаются экскаваторы, скелеры и др., а сопутствующими являются автосамосвалы, рыхлители, уплотнители и т.п.

Ведущая машина для имеющих условий должна обеспечивать выполнение максимального объема работы с одной стоянки, т.к. на ее передвижение непроизводительно затрачивать время. Однако эти машины требуют больших эксплуатационных затрат. Нужно искать оптимальный вариант из нескольких, путем сравнения их технико-экономических показателей.

Ведущими машинами для разработки грунта в котлованах являются экскаваторы с обратной лопатой, драглайны и режущие скреперы.

Выбор монтажного крана производят с учетом следующих основных факторов:

- а) конструктивные схемы и размеры здания;

б) массы, размеров монтируемых конструкций, расположения их в плане и по высоте здания;

в) массы, применяемых грузозахватных приспособлений и высоты строповки;

г) способов и методов монтажа.

При возведении зданий ведущими машинами являются башенный и монтажный краны.

Выбраем башенный и монтажный краны по техническим параметрам:

- грузоподъемности (масса наиболее тяжелого элемента, грузозахватного приспособления), т;

- высоте подъема крюка  $H_{кр}$ , м;

- вылету стрелы  $L_{стр}$ , м.

Указанные параметры необходимо определять для наиболее невыгодных условий работы крана.

Выбор башенного крана.

Требуемая высота подъема крюка:  $H_{кр}^{mp}$  определяем по формуле:

$$H_{кр}^{mp} = h_0 + h_з + h_н + h_{стр};$$

где  $h_0 = 52,2$  м - высота опоры монтируемого элемента от уровня стоянки крана, м;

$h_з = 1,5$  м - высота запаса;

$h_н = 0,80$  м - поддон с кирпичом;

$h_{стр} = 2,5$  м - высота строповки;

где  $h_n$  - высота полиспаста в стянутом состоянии, принимаемая от 1,5 до 2,5 м.

$$H_{стр}^{mp} = 57 + 2,5 = 59,5 \text{ м}$$

Требуемый вылет стрелы  $L_{кр}$  определяем по формуле:

$$L_{кр}^{mp} = a / 2 + b + c,$$

где  $a$  - ширина кранового пути, м;

b – расстояние от кранового пути до наиболее выступающей части здания, м;  
 c - расстояние от центра тяжести монтируемого элемента до выступающей части здания со стороны крана.

$$L_{кр}^{mp} = 6\text{ м} / 2 + 5,25\text{ м} + 24\text{ м} = 32,25\text{ м}$$

Башенный кран КБ 503:

$$L_{кр} = 35,0\text{ м}, L_{кр}^{\min} = 5,6\text{ м}, Q = 10/3\text{ т}; H_{кр} = \text{от } 54\text{ до } 76\text{ м}$$

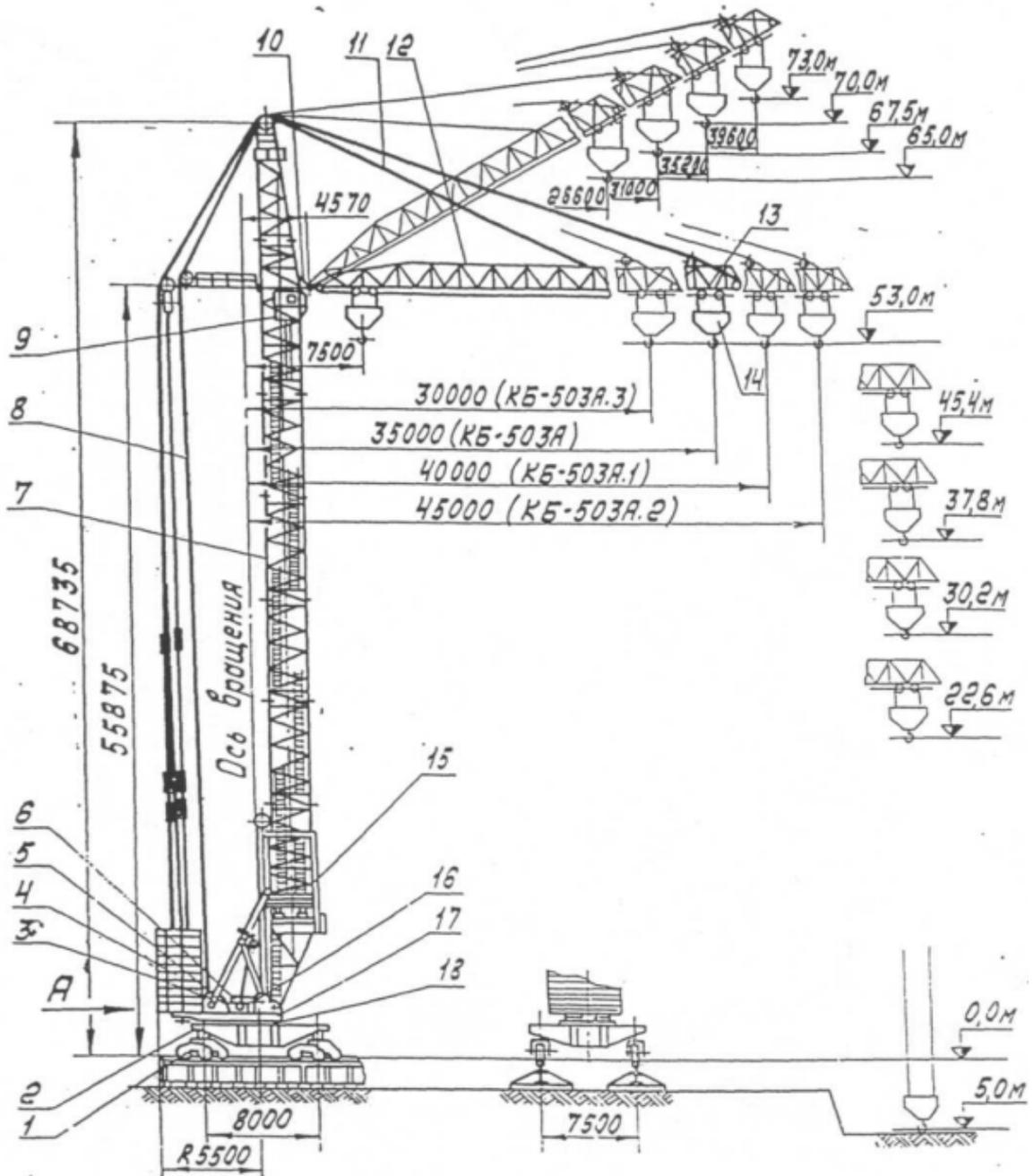


Рис. 4.1. Башенный кран КБ 503.

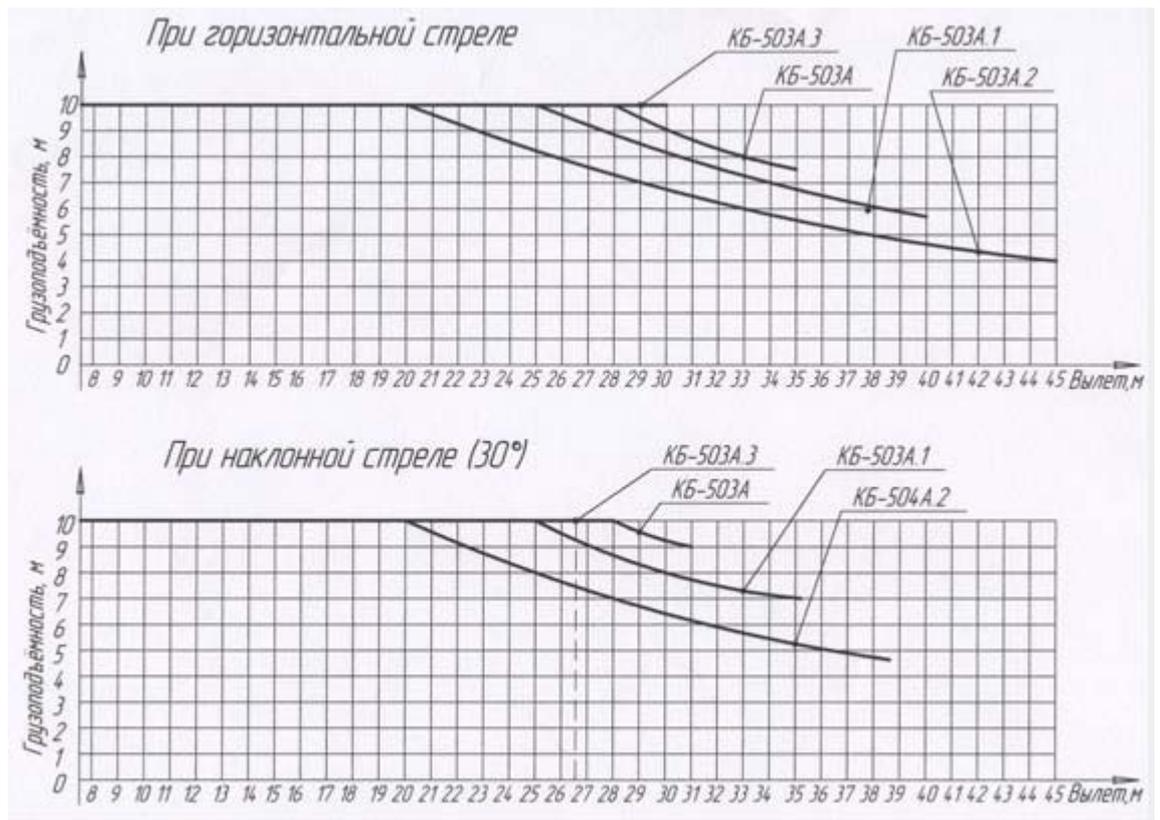


Рис.4.2. Технические характеристики кранов КБ-503 и 503А

#### 4.4.2 Средства подмащивания, инвентаря, монтажных приспособлений, оснастки и инструментов.

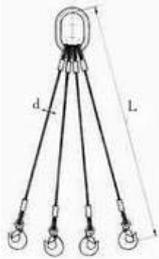
С целью организации рабочих мест при установке и закреплении конструкции в проектном положении необходимо подобрать средства подмащивания. В ППР необходимо ориентироваться на имеющиеся в строительной организации средства подмащивания.

Для строповки временного закрепления и выверки конструкций необходимо подобрать по справочной литературе монтажные и грузозахватные приспособления с учетом массы монтируемых элементов. Результаты выбора записываем в виде таблицы 4.3.

#### Ведомость монтажных приспособлений и инструментов

Таблица 4.3.

Наименование приспособления	Эскиз	Кол-во	Грузоподъемность, т	Масса приспособления, т	Расчетная высота строповки, м	Назначение
1	2	3	4	5	6	7

<p>Четырех- ветвевой строп 4СК</p>		1	40	0,04	2,5	<p>Монтаж лестничных маршей, подъем поддонов с кирпичом</p>
<p>Опалубка стенная</p>	 <p>Комплектующие:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Щит 1,2×3,0</li> <li>2. щит 1,0×3,0</li> <li>3. Щит угловой внутр.0,3×0,3×3,0</li> <li>4. Щит угловой наружн.0,5×0,5×3,0</li> <li>5. Стяжка в комплект 1,0м.</li> <li>6. Шайба для стяжки</li> <li>7. Замок литой клиновой</li> <li>8. Подкос резьбовой 2-х уровневый</li> <li>9. Кронштейн подмостей</li> <li>10. Захват монтажный</li> </ol>	1	-	-	<p>Боков ое давле ние бетон ной смеси - 8т/м<sup>2</sup></p>	<p>Для бетонирова ния стен Ленточного ростверка</p>
<p>Инструменты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рулетка измерительная;</li> <li>2. Молоток слесарный;</li> <li>3. Шнур разметочный;</li> <li>4. Канатка стальная;</li> <li>5. Ключ гаечный разводной;</li> <li>6. Зубило слесарное;</li> <li>7. Уровень строительный;</li> <li>8. Отвес строительный;</li> <li>9. Приставная лестница.</li> </ol>						

## 4.5. Строительный генеральный план.

### Общие положения.

На строительном генеральном плане дано расположение строящегося здания, временных сооружений, складского хозяйства, крана, постоянных инженерных коммуникаций, постоянных и временных проездов.

Прокладка подземных коммуникаций под временными дорогами должна осуществляться до начала строительства дорог.

Временные здания предусматриваются в виде вагончиков. Расположение складского хозяйства дано ориентировочно и уточняется проектом производства работ.

На время строительства площадка ограждается забором со знаком «опасная зона».

Скорость движения транспортных средств вблизи мест производства работ не должна превышать на прямых участках – 10км/ч, на поворотах – 5км/ч.

#### **4.5.1. Ограждение стройплощадки**

Для выделения территории стройплощадки, участков производства СМР и опасных зон предусматривают устройство защитных ограждений, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 23407-78. в ограждении предусматриваются типовые ворота для проезда машин и калитка для прохода людей.

Для ограждения территории стройплощадки применяются металлические щиты, закрепленные на стойках, высота щитов 2м. В ограждении предусматриваются двое ворот для въезда и выезда транспорта шириной 6м и калитку для прохода рабочих шириной 1,5м.

Над входом в здание навешивается козырек длиной 2метра.

Проемы в перекрытиях предназначаются для монтажа оборудования, устройства лестничных клеток, к которым возможен доступ людей, закрываются специальными настилами и имеют ограждение.

#### **4.5.2. Размещение и привязка монтажных механизмов**

Привязку монтажных кранов на стройгенплане производят с учетом их технических характеристик (вылета стрелы, грузоподъемности, высоты подъема стрелы) и в следующей последовательности:

1. горизонтальная привязка в поперечном и продольном направлении по отношению к возводимому объекту;
2. определение зоны действия крана.
3. уточнения условий работы и, в случае необходимости, установление ограничений зон действия монтажного механизма.

#### **4.5.3. Проектирование внутрипостроечных дорог**

До начала возведения здания на строительной площадке выполняются временные внутриплощадочные дороги. Временные дороги выполняются по кольцевой и сквозной схемам, которые обеспечивают достаточную видимость и позволяют избегать скопления автотранспорта. Покрытие временных дорог устраивают из щебня.

Конструкция временных дорог рассчитывается на осевые нагрузки и габаритные размеры перемещаемых по ним подъемно-транспортных и строительных машин. Ширина временной дороги - 3,5м. Радиус закругления дорог на поворотах 12м, но так как при таком радиусе ширина проезда в 3,5м недостаточно для движения автотранспорта, то проезды в пределах кривых расширить до 5м. При въезде на территорию стройплощадки, а также на участках строительства вывешивают хорошо видимые, а в темное время освещаемые, предупредительные и указательные знаки безопасности и плакаты по ТБ. В местах пересечения временной дороги и опасной зоны работы крана устанавливается знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью.

На выезде со стройплощадки устраивается место для мытья колес транспортных средств.

#### **4.5.4. Опасные зоны крана**

##### **Башенный кран КБ 503**

Наибольший отлет конструкций при обрыве стропа определяется по формуле:

$$R = r + S = r + \sqrt{h * [l * (1 - \cos \alpha) + a]};$$

где  $r = 30\text{ м}$  – максимальный вылет стрелы крана;

$h = 50\text{ м}$  – высота подъема груза;

$l = 4,5\text{ м}$  – длина ветви стропа при монтаже плиты;

$\alpha = 45^\circ$  - угол между стропами ветви и вертикалью;

$a = 3,60\text{ м}$  – расстояние от наружного края плиты до ее центра тяжести.

$$R = r + S = r + \sqrt{h * [l * (1 - \cos \alpha) + a]}$$

$$R = 35\text{ м} + \sqrt{15,63\text{ м} * [4,5 * (1 - \cos 45^\circ) + 3,60]} = 35\text{ м} + \sqrt{15,63\text{ м} * 4,92\text{ м}} = 35\text{ м} + 8,77\text{ м} = 43,77\text{ м}. \text{ Принимаем опасную зону радиусом } 45\text{ м}.$$

#### 4.5.5. Расчет складских помещений и площадок

Складирование конструкций и материалов предусмотрено на 1-й специальной площадке.

Площадка имеют уклон 2 градуса для отведения дождевых вод и подсыпку песком (толщиной 10 см). Ко всем площадкам возможен свободный подъезд автотранспорта для разгрузки материалов и конструкций.

Наибольший суточный расход материалов определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{t} = \frac{740}{7,5} = 98,7;$$

где  $Q_{\text{сут}}$  - количество материала требуемое для осуществления строительства в течении расчетного периода;

$t$  – продолжительность расчетного периода выполнения работы дн.

Запас материалов на складе:

$$Q_{\text{зан}} = Q_{\text{сут}} * m * K_1 * K_2 = 98,7 * 7 * 1,1 * 1,3 = 988,0;$$

где  $Q_{\text{сут}}$  - суточный расход материалов, т;  $\text{м}^3$ ; шт.;

$t = 7$  – нормативный запас материалов и конструкций, зависящий от вида ресурса, способа и расстояния доставки, дн.,

$K_1 = 1,1$  - коэффициент неравномерности поступления ресурсов на объект;

$K_2=1,3$  - коэффициент неравномерности потребления ресурса в течение расчетного периода  $t$ .

Полезная площадь складов без проходов:

$$F = \frac{Q_{\text{зап}}}{q} = \frac{988,0}{1,5} = 658,7 \text{ м}^2;$$

где  $q$  - норма хранения материалов, на  $1 \text{ м}^2$  площади склада.

Общая расчетная площадь склада:

$$S = \frac{F}{\beta} = \frac{658,7}{1,2} = 549 \text{ м}^2$$

где  $\beta$  - коэффициент учитывающий проходы и характеризующий отношение полезной площади склада к общей площади.

После расчета площади складов определяются их размеры в плане и размещение их на стройгенплане. Размеры складских площадок определяются с учетом зон действия грузоподъемных машин и размеров площадки строительства.

При размещении складов руководствуются следующими принципами:

1) изделия и материалы, не требующие хранения в закрытых помещениях, складируют на открытых площадках вокруг возможного объекта, в зоне действия грузоподъемных машин и механизмов;

2) привязку складов, как правило, производят вдоль дорог на расстоянии не менее  $1 \text{ м}$  от их обочины;

3) при определении размеров складских площадок необходимо учитывать технические параметры грузоподъемного механизма (вылет стрелы, длину подкранового пути и др.), ширину складирования целесообразно принимать не более  $10 \text{ м}$ ;

4) расположение конструкций и изделий должно соответствовать технологической последовательности выполнения работ;

5) изделия одного типа и марки укладывают в отдельные штабеля;

б) между штабелями необходимо устраивать проходы шириной не менее 1м через каждые 20-25м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств;

7) сборные железобетонные конструкции складироваться в рабочем положении с укладкой на деревянные подкладки.

#### **4.5.6 Водоснабжение строительной площадки.**

Временное водоснабжение стройплощадки рассчитывается на удовлетворение максимальной потребности строительства в воде на период СМР. Потребность в воде определяется по трем группам потребителей: производственные нужды, хозяйственные нужды, противопожарные нужды.

Проектирование водоснабжения строительной площадки производится в следующей последовательности:

- 1) определяют потребность в воде;
- 2) выявляют источники водоснабжения;
- 3) выбирают схему сети;
- 4) рассчитывают диаметр трубопроводов;

выполняют привязку сети и необходимых сооружений на территории строительной площадки (стройгенплане).

Потребность в воде на объекте определяется по формуле:

$$B_{расч} = 0.5(B_{пр} + B_{хоз} + B_{маш}) + B_{пож} ;$$

где  $B_{пр}$  - расход воды на производственные нужды;

$B_{хоз}$  - расход воды на хозяйственные и санитарно-бытовые нужды;

$B_{пож}$  - расход воды на противопожарные нужды;

$B_{маш}$  - расход воды на строительные машины.

Секундный расход воды на производственные нужды определяется по формуле:

$$B_{пр} = \frac{g_n * n_n * k_r * k_H}{t * 3600} ;$$

где  $g_n$  – удельный расход воды на производственные нужды;

$n_n$  – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$k_r$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления, принимается равным в пределах 1,5-3,0;

$t$  – учитываемое число часов в смену;

$k_n=1,2$  – коэффициент на неучтенный расход воды.

$$B_{np} = \frac{400 * 5 * 1,5 * 1,2}{8 * 3600} = 0,13 \text{ л/с};$$

Секундный расход воды на санитарно-бытовые нужды на стройплощадке определяется по формуле:

$$B_{хоз} = \frac{g_x * n_p * k_r}{t * 3600} + \frac{g_g * n_p}{t_g * 60};$$

где  $g_x$  – бытовые потребление воды одним работником;

$n_p$  – количество работников в максимальную смену;

$q_g$  – расход воды на одного рабочего использующего душ;

$t_g = 45$  мин. – продолжительность работы душевой установки;

$n_g$  – число пользующихся душем (40%).

$$B_{хоз} = \frac{15 * 35 * 1,2}{8 * 3600} + \frac{25 * 14}{45 \text{ мин.} * 60} = 0,024 + 0,130 = 0,154$$

Расход воды на пожаротушение ( $B_{пож}$ ) принимается равным при площади строительной площадки до 50га – 10л/с.

Расход воды на эксплуатацию строительных машин (для охлаждения двигателей) определяется по формуле:

$$B_{маш} = W_t * N * 1,2 / 3600;$$

где  $W_t$  - удельный расход воды в литрах на 1 лошадиную силу в час на охлаждение двигателей внутреннего сгорания;

$N$  - мощность двигателя внутреннего сгорания в л.с.

$$B_{маш} = 50 * 350 * 1,2 / 3600 = 0,53 \text{ л/с}$$

Максимальный часовой расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле:

$$B_{расч} = 0,5(0,027 + 0,367 + 0,53) + 10 = 10,462 л / с$$

Диаметр трубы временного водопровода определяется по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{B_{расч} * 1000}{\pi * V}} ;$$

где Q - расход воды в м3/сек;

V - скорость движения воды в м/сек (для малых диаметров

V = 0,6-0,9 м/сек для больших диаметров V = 0,9-1,4 м/сек)

$$D = 2 \sqrt{\frac{10,462 * 1000}{3,4 * 1,8}} = 83 мм$$

Принимаем трубы диаметром 90мм.

После определения расчетного расхода воды в качестве источника водоснабжения выбираем существующий постоянный водопровод, который устраивается в подготовительный период.

При трассировке временной сети водоснабжения следует учитывать вероятность последовательного наращивания, разветвления и перекладки трубопроводов по мере развития фронта работ на объекте.

На месте подключения временного водопровода к постоянному установить водомер.

#### **4.5.7. Проектирование временного электроснабжения**

При проектировании временного электроснабжения стройплощадки анализируют следующие исходные данные: виды, объемы и сроки выполнения СМР (по календарному плану); сменность работ; тип строительных машин, механизмов и оборудования; площадь временных зданий и сооружений; протяженность внутрипостроечных дорог; площадь строительной площадки.

При возведении объектов электроэнергия расходуется на:

- производственные силовые установки (краны, подъемники, транспортеры, сварочные аппараты, электроинструменты ит.п.);
- технологические процессы (электропрогрев грунта, бетона и т.п.);
- наружное и внутреннее освещение.

При разработке объектного стройгенплана в составе ППР требуемую мощность источника электроэнергии или трансформатора  $P_{тр}$ , кВт, определяют по формуле:

$$P_{mp} = K \left( \sum \frac{P_c * K_{1c}}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_H * K_{2c}}{\cos \varphi} + K_{3c} * \sum P_{в.о} + K_{4c} * \sum P_{н.о} \right)$$

где  $K$  – коэффициент потери мощности, принимаемый равным 1,05-1,1;

$P_c$  – мощность машин и других силовых установок, кВт;

$P_H$  – мощность, расходуемая на производственные нужды, кВт;

$P_{в.о.}$  – мощность, требуемая для внутреннего освещения, кВт;

$P_{н.о.}$  – мощность, требуемая для наружного освещения, кВт;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности в сети, зависящий от характера загрузки и числа потребителей;

$K_{1c}, K_{2c}, K_{3c}, K_{4c}$  – коэффициенты спроса.

Результаты расчета электроэнергии оформляются в табличной форме:

Таблица 4.5.

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	Коэффициент спроса, $K_c$	Коэффициент мощности сети, $K$	Требуемая мощность $P$ , кВт
Башенный кран КБ-503	шт.	1	120	0,6	0,75	96
Растворонасосы	шт.	1	4	0,6	0,75	3,2
Сварочные аппараты	шт.	1	15	0,8	0,4	30
Малярные станции	шт.	1	20	0,5	0,5	20
Компрессорная установка	шт.	1	4	0,6	0,75	3,2
Наружное освещение	Вт/м <sup>2</sup>	5500	0,015	1,0		82,5
Внутреннее освещение	Вт/м <sup>2</sup>	5500	0,012	0,8		52,8
<b>ИТОГО:</b>						<b>287,70</b>

Следовательно,  $P_{тр} = 1,1 \times 287,7 = 316,47 \text{ кВт}$

На основании подсчитанной общей мощности электропотребителей в качестве временного источника электроснабжения стройплощадки выбираем районные сети высокого напряжения (6000-10000В).

На подготовительном этапе возведения объекта утраивается ответвление от существующей высоковольтной сети на стройплощадку и

сооружают трансформаторную подстанцию мощностью 380кВт. Питание от сети производится с понижением напряжения до 220-380В.

Внутриплощадочную временную сеть электроснабжения устраивают по смешанной схеме.

Передачу электроэнергии от внешних источников производится по воздушным линиям.

### **Расчет освещенности**

Основные задачи проектирования производственного освещения: выбор системы и вида освещения, светильников и источников света; определение их рационального количества, мощности и размещения на строительной площадке.

В случае, когда строительной площадке невозможно рационально разместить светильники и выдержать минимальное расстояние по горизонтали от воздушных линий электропередачи до машин, механизмов, применяется прожекторное освещение. Его расчет производят, исходя из нормируемой освещенности и мощности ламп. Количество прожекторов для стройки рассчитывается по формуле:

$$N = m * E_n * k * A / P_n ;$$

где  $m=0,2$  - коэффициент учитывающий световую отдачу источника света, для ламп накаливания (ЛН);

$E_n = 2лк$  - нормируемая освещенность;

$k = 1,5$  (прожектор) – коэффициент запаса;

$A = 2800м^2$  - освещаемая площадь;

$P_n = 500Вт$  - мощность лампы.

Прожектор типа ПЗС-45 с лампами типа ЛН  $P_n = 500Вт$

$$N = 0,2 * 2 * 1,5 * 2800 / 500 = 3,4 \text{ шт.}$$

Минимальная высота установки прожекторов над освещаемой поверхностью:

$$h_{min} = \sqrt{\frac{I_{max}}{300}} = \sqrt{\frac{130000}{300}} = 21м$$

где  $I_{max}=130000\text{кг}$  – максимальная сила света.

На захватку для работ во вторую смену принимается прожектор ПЗС-35. Монтажные работы должны проводиться при минимальном освещении 30 Лк.

где  $m=0,2$  - коэффициент учитывающий световую отдачу источника света, для ламп накаливания (ЛН);

$E_n = 30\text{лк}$  - нормируемая освещенность;

$k = 1,5$  (прожектор) – коэффициент запаса;

$A = 550,5\text{м}^2$  - освещаемая площадь;

$P_n = 700\text{Вт}$  - мощность лампы.

$$N = 0,2 * 30 * 1,5 * 550,5 / 700 = 7,0 \text{ шт.}$$

Минимальная высота установки прожекторов над освещаемой

поверхностью:  $h_{min} = \sqrt{\frac{I_{max}}{300}} = \sqrt{\frac{50000}{300}} \approx 13\text{м}$

Таким образом, общее равномерное освещение (2 лк) строительной площадки следует обеспечить установкой 4 прожекторов ПЗС-45 по периметру площадки в соответствии со стройгенпланом и ПЗС-35 7 прожекторов для каждой захватки.

#### 4.5.8. Санитарно-бытовые помещения

Санитарно-бытовые помещения запроектированы в соответствии с требованиями. Численность работающих определяют по формуле:

$$N_{\text{ОБЩ.}} = ( N_{\text{РАБ.}} + N_{\text{ИТР.}} + N_{\text{СЛУЖ.}} + N_{\text{СЛУЖ.}} ) k ,$$

где  $N_{\text{ОБЩ.}}$  - общая численность работающих на строительной площадке,

$N_{\text{РАБ.}}$  - численность работающих, принимаемые по календарному плану,

$N_{\text{ИТР.}}$  - численность инженерно-технических работников,

$N_{\text{СЛУЖ.}}$  – численность служащих,

$N_{\text{МОП.}}$  – численность младшего обслуживающего персонала,

$k$  – коэффициент, учитывающий отпуск, болезни, выполнение общественных обязанностей, принимаемый 1,05-1,06.

Количество ИТР, служащих, младшего обслуживающего персонала (МОП) составляет в среднем 16 % от общего количества рабочих, в т.ч. ИТР - 8 %, служащие - 5 %, МОП и охрана - 3 %.

$$N_{РАБ.} = 64 \text{ чел.}$$

$$N_{ИТР.} = 64 \cdot 0,08 = 5 \text{ чел.}$$

$$N_{СЛУЖ.} = 64 \cdot 0,05 = 3 \text{ чел.}$$

$$N_{МОП.} = 64 \cdot 0,03 = 2 \text{ чел.}$$

$$N_{ОБЩ.} = (64 + 5 + 3 + 2) \cdot 1,05 = 77 \text{ чел.}$$

$$N_{МУЖ.} = 77 \cdot 0,7 = 54 \text{ чел.}$$

$$N_{ЖЕН.} = 60 \cdot 0,3 = 23 \text{ чел.}$$

### Расчет площадей временных зданий

Таблица 4.6.

Временные здания	Кол-во Работавших	Норматив на 1 рабочего	Площадь по расчету, м <sup>2</sup>	Тип временного здания	Размеры здания, м	Кол-во зданий
Служебные						
Прорабская	5	4	20	передвижной вагон	3x6	1
Санитарно-бытовые						
Гардеробные женские с умывальной	23	0,82	18.86	передвижной вагон	6x3	1
	23	0,2	4.6			
Гардеробные мужские с умывальной	54	0,82	44.3	передвижной вагон	9x3	2
	54	0,2	10.8			
Душевая мужская женская	54	0,54	29.16	передвижной вагон	6x3	2
	23	0,54	12.42			
Помещение для сушки одежды и обуви	77	0,2	15.4	передвижной вагон	6x3	1
Помещение для приема пищи, отдыха и обогрева	38 (2 смены)	0,95	26,9	передвижной вагон	9x3	1
Туалет	77	0,23	17.7	сборно-разборный	2x4	2
Мойка колес	1					1

По расчету принято 8 вагончиков. Временные здания сооружены в бытовой городок с соблюдением противопожарных расстояний. На строительной площадке предусмотрена пешеходная дорожка шириной 1,0м.

#### 4.5.9. Расчет заземляющего устройства

Вид грунта - глина.

Климатическая зона –II.

Длина вертикального стержневого электрода  $l_c = 3.0\text{м}$ .

Диаметр стержня  $d_c = 0.04\text{м}$ .

Ширина соединительной полосы  $b_p = 0.05\text{м}$ .

Расстояние между стержнями  $a = 3\text{м}$ .

Заглубление стержней от поверхности земли  $h=0.7\text{м}$

1. Устанавливается расчетное удельное сопротивление грунта:

$$\rho_{расч} = \rho_{табл.} * \psi ; \rho_{расч} = 60 * 1,5 = 90\text{Ом} * \text{м}$$

2. Определяется сопротивление одиночного заземлителя растеканию тока:

$$R_{o.c.} = \frac{\rho_{расч.}}{2\pi * l_c} * \left( \ln \frac{2l_c}{d_c} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 * h^l + l_c}{4 * h^l - l_c} \right);$$

$$h^l = 0.5 * l_c + h;$$

$$h^l = 0.5 * 3.0 + 0,7 = 2,2\text{м}$$

$$R_{o.c.} = \frac{90}{2 * 3,14 * 3} * \left( \ln \frac{2 * 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 * 2,2 + 3}{4 * 2,2 - 3} \right) = 10,740\text{Ом}$$

3. Вычисляется количество стержней заземляющего устройства:

$$n_n = \frac{R_{o.c.}}{R_{дон.} * \eta} ; n_1 = \frac{10,74}{4 * 1} = 3\text{шт.} ; \eta_1 = 0.79 \quad n_2 = \frac{10,74}{4 * 0.79} = 4\text{шт.} ; n_2 = 0,73 ;$$

$$n_\phi = \frac{10,74}{4 * 0.79} = 4\text{шт.} ; n_\phi = 0,73 ;$$

4. Определяется общее сопротивление одиночных заземлителей:

$$R_3^l = \frac{R_{o.c.}}{n_{ср} * \eta_{ср}} ; R_3^l = \frac{10,74}{4 * 0,73} = 3,68\text{Ом} * \text{м}$$

5. Находится длина соединительной полосы (при соединении электродов в ряд):

$$l_{соед.пол.} = 1,05 * (n_{ср} - 1) * a ; l_{соед.пол.} = 1,05 * (4 - 1) * 3 = 9,45\text{м}$$

6. Подсчитывается сопротивление соединительной полосы, без учета влияния вертикальных заземлителей:

$$R_{пол.} = \frac{\rho_{расч.}}{2\pi * l_{соед.пол.}} * \ln \frac{2l_{соед.пол.}^2}{b_{пол.} * h} ;$$

$$R_{пол.} = \frac{90}{2 * 3,14 * 9,45} * \ln \frac{2 * 9,45^2}{0,05 * 0,8} = 13,28 \text{ Ом} * \text{ м}$$

7. Определяется сопротивление соединительной полосы, с учетом вертикальных заземлителей:

$$R_{пол.}^l = \frac{R_{пол.}}{\eta_{пол.}}; R_{пол.}^l = \frac{13,28}{0,73} = 18,19 \text{ Ом} * \text{ м}$$

8. Проверяется сопротивление растеканию тока заземляющего устройства при выбранном количестве стержней, с учетом влияния полосы связи:

$$R_3 = \frac{R_3^l * R_{пол.}^l}{R_3^l + R_{пол.}^l}; R_3 = \frac{3,68 * 18,19}{3,68 + 18,19} = \frac{66,94}{21,87} = 3,06 \text{ Ом};$$

3.60 Ом < 4 Ом, что отвечает требованиям ПУЭ.

#### 4.5.10. Техничко-экономические показатели стройгенплана

Для объективного анализа эффективности, принятых на стройгенплане, решений определяют следующие технико-экономические показатели:

1. Площадь строительной площадки, м<sup>2</sup> - 10467,0.
2. Площадь застройки постоянными зданиями и сооружениями, м<sup>2</sup>- 786,1
3. Площадь застройки временными зданиями и сооружениями, м<sup>2</sup> - 252,0
4. Площадь складов, м<sup>2</sup> - 253,0
5. Протяженность временных дорог и коммуникаций, пог.м:
  - дорог - 200;    - водопровода – 297,1; - канализация – 85,2;
  - ограждения – 422,3; - осветительные линии -400,0.

## **5. Раздел безопасности строительного производства и охраны окружающей среды**

### **5.1. Введение**

Для обеспечения безопасных условий работ при строительстве объекта до начала выполнения основных строительного-монтажных работ предусматриваются подготовительные работы. До начала строительства объекта выполняются следующие общеплощадочные работы:

1. ограждение территории стройплощадки;
2. устройство временных дорог и подъездных путей;
3. устройство площадки складирования необходимых подготовительных работ.
4. устройство освещения, электроснабжения и других коммуникаций;
5. размещение санитарно-бытовых помещений за пределами опасных зон;

Безопасность решений при строительстве объекта обеспечивается за счет выполнения следующих условий:

- сокращение объемов работ, выполняемых в условиях действия опасных и вредных производственных факторов, за счет применения проектных решений, обеспечивающих возможность применения более безопасных методов выполнения работ;
- определения безопасной последовательности выполнения работ, а также необходимых условий для обеспечения безопасности при совмещении работ в пространстве и во времени;
- выбора и размещения машин и механизмов с учетом безопасности их работы;
- выбора безопасных методов и приемов выполнения работ;
- оснащение рабочих мест необходимой технологической оснасткой;
- разработки решений по охране труда при выполнении работ по строительству, реконструкции и эксплуатации объектов.

Учет требований безопасности производится в следующем составе:

1 - календарный план, в котором определяются сроки и очередность безопасного проведения работ;

2 – стройгенплана, включающего в себя: размещение объекта, санитарно-бытовое обеспечение, определение опасных зон, пожарную безопасность и ряд других факторов;

3 – технологическая карта, определяющую последовательность работ;

4 – пояснительной записки, содержащая все необходимые обоснования и расчеты для принятых решений.

Состав и содержание основных проектных решений по охране труда

## **5.2. Безопасность производства основных видов строительно-монтажных работ**

### **Земляные работы**

При рытье котлована на местах движения людей и транспорта вокруг места производства работ устанавливается сплошное ограждение высотой 1,2 м с системой освещения и с предупредительными надписями.

С целью исключения размыва грунта, образования оползней, обрушения стенок выемок в местах производства земляных работ до их начала обеспечивают отвод поверхностных и подземных вод. Место производство работ очищают от валунов, деревьев, строительного мусора. В местах перехода рабочих через траншеи глубиной более 1 м устраиваются переходные мостики шириной 0,6 м с перилами на высоте 1,1 м.

Односторонняя обратная засыпка пазух свежеложенных блоков стен и фундаментов допускается лишь после достижения бетоном необходимой прочности. Экскаватор во время работы располагают на спланированном месте. Чтобы избежать его самопроизвольного перемещения, под гусеницы подкладываются инвентарные упоры (подкладки). Запрещается использовать для этой цели доски, бревна, кирпич, камни и другие предметы. При работе

экскаватора запрещают производить какие-либо другие работы со стороны забоя и находиться людям в радиусе действия стрелы плюс 5 м. В нерабочем состоянии экскаватор ставят от края выемки на расстоянии не менее 2 м с опущенным на землю ковшом. Загрузка автомашины экскаватором производится так, чтобы ковш подавался с боковой или задней стороны кузова, а не через кабину водителя. Передвижение экскаватора с загруженным ковшом запрещается. При рытье котлованов в местах, где происходит движение людей, устанавливают ограждения с предупредительными надписями; в ночное время огражденные места освещают. Не допускается установка и движение машин в пределах призмы обрушения грунта. Транспортные средства, предназначенные для погрузки грунта, находятся за пределами опасной зоны экскаватора. Подавать их под погрузку и отъезжать после ее окончания можно только по сигналу машиниста.

Разработка грунта в непосредственной близости от действующих подземных коммуникаций допускается только при помощи лопат, без использования ударных инструментов. В случае обнаружения в процессе производства земляных работ не указанных в проекте коммуникаций, подземных сооружений или взрывоопасных материалов земляные работы должны быть приостановлены, до получения разрешения соответствующих органов.

### **Монтажные работы**

Перед началом работ необходимо ознакомить работников с решениями, предусмотренными в ППР и провести инструктаж о безопасных методах работ.

Основными причинами возникновения производственной опасности при производстве монтажных работ является неисправное состояние или отсутствие подмостей, переходных мостиков, лестниц, ограждающих устройств, средств индивидуальной защиты, необоснованный выбор

такелажных приспособлений, способов строповки и подъемно-транспортного оборудования.

Для обеспечения безопасности при выполнении монтажных работ предусматривают выполнение следующих операций:

- определение места расположения и зоны действия монтажных кранов, механизмов;
- соблюдение технологической последовательности монтажа;
- организация рабочих мест и подходов к ним;
- указание способов и мест складирования строительных материалов и оборудования.

В зоне разгрузки автотранспорта и складирования размещаются стенды со схемой строповки и таблицей масс грузов.

При монтаже каркасных зданий устанавливать последующий ярус каркаса допускается только после установки ограждающих конструкций или временных ограждений на предыдущих ярусах. На смонтированных лестничных маршах незамедлительно устанавливают ограждения.

### **Бетонные и железобетонные работы**

При приготовлении, подаче, укладке и уходе за бетоном, заготовке и установке арматуры, а также установке и разработке опалубки (далее – выполнение бетонных работ) предусматриваются мероприятия по предупреждению возведения на работников опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 и более;
- движущиеся машины и передвижаемые ими предметы;
- обрушение элементов конструкций;
- шум и вибрация;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Цемент храниться в силосах, бункерах, ларях, и других закрытых емкостях, принимая меры против распыления в процессе загрузки и выгрузки.

При монтаже опалубки, а также установке арматурных каркасов руководствуются требованиями «Монтажных работ» настоящих норм и правил. Размещение на опалубке оборудования и материалов, не предусмотренных проектом, а также нахождение людей, непосредственно не участвующих в производстве работ на установленных конструкциях опалубки, не допускаются.

Для перехода работников с одного рабочего места на другое применяются лестницы, переходные мостики и трапы, соответствующие требованиям СНиП 12-03.

Опалубка перекрытий ограждается по всему периметру. Загрузочные отверстия закрываются защитными решетками, а люки в защитных решетках закрываются на замок. Ходить по уложенной арматуре допускается только по специальным настилам шириной не менее 0,6м, уложенным на арматурный каркас. На участках натяжения арматуры в местах прохода людей устанавливаются защитные ограждения высотой не менее 1,8 м.

Съемные грузозахватные приспособления, стропы и тара, предназначенные для подачи бетонной смеси грузоподъемными кранами, изготавливаются и освидетельствуются согласно ПБ 10-382.

При применении бетонных смесей с химическими добавками используются защитные перчатки и очки.

Работники, укладывающие бетонную смесь на поверхности, имеющей уклон более 20°, пользуются предохранительными поясами.

Заготовка и укрупненная сборка арматуры выполняются в специально предназначенных для этого местах.

При выполнении работ по заготовке арматуры:

- устанавливаются защитные ограждения рабочих мест, предназначенных для разматывания бухт (мотков) и выправления арматуры.

- при резке станками стержней арматуры на отрезки длиной менее 0,3м применяются приспособления, предупреждающие их арматуры;

- устанавливаются защитные ограждения рабочих мест при обработке стержней арматуры, выступающей за габариты верстака, а у двухсторонних верстаков, кроме того, разделяются верстаки посередине продольной металлической предохранительной сеткой высотой не менее 1м;

- складывают заготовочную арматуру в специально отведенные для этого места.

### **Сварочные работы**

При производстве сварочных работ необходимо:

- резку элементов конструкций производить на железобетонных плитах перекрытия или в специально оборудованных местах;

- ежедневно проверять кабели на предмет повреждения изоляции, при обнаружении оголенных частей кабеля – немедленно заменить;

- во время дождя при отсутствии подвесов над сварочным оборудованием и рабочим местом – производство работ прекратить.

### **Каменные работы**

К каменным работам допускаются обученные рабочие, прошедшие вводный инструктаж по технике безопасности, и инструктаж непосредственно на рабочем месте с показом безопасных приемов и методов труда.

Производственный травматизм при каменных работах может быть вызван следующим:

-обрушение стен при неправильной кладке;

-ослабление цементируемых растворов;

-падение кирпичей с высоты на находящихся в опасной зоне рабочих;

-перегрузка подмостки строительными материалами;

-падение людей с высоты при отсутствии специальных защитных устройств.

При производстве каменных работ особое внимание уделяют состоянию подмостей и соблюдению правил их эксплуатации. Для подъема рабочих на настил устанавливают стремянки с перилами.

Состояние подмостей до начала работ проверяется мастером и бригадиром. Подмости и леса нельзя перегружать избыточным весом (запасом материалов). Поддоны с кирпичом, емкости с раствором опускают на настил плавно, без ударов. Ширина рабочего настила принимается 2,4 м, при этом поддон с кирпичом и ящиками с раствором располагаются таким образом, чтобы обеспечить ширину прохода в рабочей зоне не менее 600 мм. Настил не доводят до стены на 50мм.

Дверные и оконные проемы, не заполненные столярными блоками, в уровне настила имеют временное ограждение. Ежедневно в конце смены с настила убирается мусор и складывают его в ящик для подачи краном на землю в отведенное место.

Запрещено сбрасывать с лесов и этажей освободившиеся поддоны, захваты, ящики. Их снимают краном.

Кладка стен каждого вышерасположенного этажа многоэтажного здания производится после установки несущих конструкций междуэтажного перекрытия, а также площадок и маршей в лестничных клетках. При кладке наружных стен здания высотой более 7м с внутренних подмостей по всему периметру здания устраивают наружные защитные козырьки, удовлетворяющие следующим требованиям:

- ширина защитных козырьков должна быть не менее 1,5м, и они устанавливаются с уклоном к стене так, чтобы угол, образуемый между нижележащей частью стены здания и поверхностью козырька, был  $110^\circ$ , а в зазор между стеной здания и настилом козырька не превышал 50мм;

- защитные козырьки выдерживают равномерно распределенную снеговую нагрузку, установленную для данного климатического района, и сосредоточенную нагрузку не менее 1600Н (160кгс), приложенную в середине пролета.

Первый ряд защитных козырьков имеет настил на высоте не более 6м от земли и сохраняется до полного окончания кладки стен, а второй ряд, изготовленный сплошным или из сетчатых материалов с ячейкой не более 50x50мм, устанавливается на высоте 6-7м над первым рядом, а затем по ходу кладки переставляется через 6-7м.

Чтоб не стереть кожу на руках и исключить ее разъедание цементным раствором, работать нужно в рукавицах. Возможность ранения друг друга при работе следует исключить правильным распределением рабочих мест на основе поточно-расчлененного метода.

### **Плотнично-столярные работы**

Каждый столяр-плотник должен иметь шкафчик для хранения основных и вспомогательных инструментов.

Нельзя оставлять режущий инструмент лезвием вверх.

При разгрузке и вскрытии тары, при приготовлении и применении антисептических составов рабочие должны быть обеспечены соответствующей одеждой.

### **Кровельные работы**

Выполнение кровельных работ на высоте обуславливает возникновение производственной опасности с возможностью падения людей, инструмента и материалов.

Приготовление, транспортировка и нанесение битумных мастик может быть источником получения ожогов. Рабочие должны пользоваться предохранительными поясами, надевать войлочную или резиновую обувь. Все рабочие должны быть снабжены брезентовыми костюмами и рукавицами. Допуск рабочих к выполнению кровельных работ разрешается после осмотра прорабом или мастером исправности несущих конструкций кровли.

Во время гололеда, густого тумана, сильного ветра, ливневого дождя, грозы и сильного снегопада производство кровельных работ запрещено.

### **Изоляционные работы**

На участках работ, в помещениях, где ведутся изоляционные работы с выделением вредных и пожароопасных веществ, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

Котлы для разогрева мастик имеют плотно закрывающиеся крышки. Возле каждого котла находится комплект противопожарных средств. Применение открытых электроплит, керосинок и других нагревательных приборов с открытым огнем для подогрева битума на рабочих местах запрещено. При перемещении горячего битума на рабочих местах вручную используют металлические бачки, имеющие форму усеченного конуса, обращенного широкой частью вниз, с плотно закрывающимися крышками и запорными устройствами. При спуске горячего битума в котлован или подъеме его на подмости или перекрытие необходимо использовать бачки с закрытыми крышками, перемещаемые внутри короба, закрытого со всех сторон.

### **Отделочные работы**

При выполнении отделочных работ (штукатурных, малярных, облицовочных, стекольных) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях отделочных материалов и конструкций;
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

При наличии опасных и вредных производственных факторов безопасность отделочных работ должна быть обеспечена организацией рабочих мест, обеспечением их необходимыми средствами подмащивания и другими средствами малой механизации, необходимыми для производства работ; при применении составов, содержащих вредные и пожароопасные

вещества, должны быть решения по обеспечению вентиляции и пожаробезопасности.

При выполнении работ с растворами, имеющими химические добавки, необходимо использовать средства индивидуальной защиты (резиновые перчатки, защитные мази, защитные очки) согласно инструкции завода - изготовителя применяемого состава.

При сухой очистке поверхностей и других работах, связанных с выделением пыли и газов, а также при механизированной шпатлевке и окраске необходимо пользоваться респираторами и защитными очками.

Рабочим-плиточникам выдается спецодежда: комбинезоны и рукавицы. Плитки на растворе, содержащем известь и цемент, укладывать в тонких резиновых перчатках или напальчниках. Подсобные рабочие работают в плотных рукавицах. В сырых помещениях напряжение в электрической сети для освещения и приведения в действие механизмов составляет 36В, все электроинструменты заземляются. Места, над которыми производятся стекольные или облицовочные работы, необходимо ограждать. Запрещается производить остекление или облицовочные работы на нескольких ярусах по одной вертикали.

Переносить оконное стекло следует в специальных ящиках. При переноски стекла надевают рукавицы и накладывают на грани стекла подушки из мягкого материала. При остеклении и протирке витрин запрещается опирать приставные лестницы на стекло и переплет.

### **5.3. Пожарная безопасность**

В соответствии с требованиями правил пожарной безопасности (ППБ 01-03\*\*) при производстве строительно-монтажных работ необходимо для данного объекта следующее:

1. До начала строительно-монтажных работ необходимо снести все строения и сооружения, находящиеся в противопожарных разрывах;
2. Расположение складских и вспомогательных зданий на территории строительства должно соответствовать стройгенплану;

3. Территория, занятая под открытые склады, горючих материалов должна быть очищена от сухой травы, бурьяна.

4. Предусмотренные проектом наружные пожарные лестницы и ограждения на крыше строящегося здания устраиваются сразу же после монтажа несущих конструкций.

5. Все лестницы монтируются одновременно с устройством лестничных клеток.

6. Все средства выполненные из древесины должны быть пропитаны огнезащитным составом.

7. Сушка одежды и обуви должна производиться в специальных вагончиках с применением водяных калориферов.

8. При производстве работ внутри здания с применением горючих веществ и материалов запрещено производить вблизи этих мест сварочные и др. работы с применением открытого огня.

9. Во время работ, связанных с устройством гидро- и пароизоляции на кровле запрещаются все виды огневых работ в связи с возможной опасностью воспламенения горючих стройматериалов.

10. Пожарная тара из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, должна храниться на специально отведенной площадке.

11. Не допускается применение веществ, материалов и изделий, на которые отсутствуют характеристики их пожарной опасности.

12. Помещение, где производятся работы с горючими веществами и материалами должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения из расчета: 2 огнетушителя на 100м<sup>2</sup> помещения.

13. Варка и разогрев битумных мастик должны производиться в специальных котлах, расположенных на расстоянии не менее 10м от здания.

14. Запрещено подогревать битумные составы внутри помещения с использования открытого огня.

В соответствии с нормами ППБ 01-03 (приложение 1) число первичных средств пожаротушения должно быть на 200м<sup>2</sup> пола 1

огнетушитель, 1 ящик объемом 0,5м<sup>3</sup> с песком, 1 бочка емкостью 2500л и два ведра. Расчетное количество огнетушителей -51шт.; бочок с водой – 4шт. по 250л. Помимо этого возле прорабской устанавливают пожарный щит, и каждое временное бытовое помещение оборудовано огнетушителем.

#### **5.4. Охрана окружающей среды**

Здания и сооружения оказывают большое влияние на окружающую среду. Их появление вызывает значительные изменения в воздушной и водной сферах, в состоянии грунтов участка строительства. Меняется растительный покров – на смену уничтожаемому природному приходят искусственные посадки. Меняется режим испарения влаги. Средняя температура в районе застройки постоянно выше, чем вне ее. Таким образом, следует говорить о необходимости изучения и выявления экологических аспектов в любой деятельности человека, в том числе и об инженерной экологии, в рамках которой должны рассматриваться экологические аспекты деятельности отраслей промышленности и строительства. К мероприятиям по охране окружающей природной среды относятся все виды деятельности человека, направленные на снижение или полное устранение отрицательного воздействия антропогенных факторов.

##### **5.4.1. Охрана почвы**

На всей территории застройки необходимо произвести снятие растительного слоя до начала производства работ. На месте оставить необходимый объем почвы для использования в работах по озеленению. Остальной объем заменить на обычную землю, используя растительный грунт на других объектах.

Объем снимаемого грунта определяется по формуле:

$$V_{\text{раст. сл.}} = n \cdot S,$$

где  $n$  – толщина снимаемого слоя, м

$S$  – площадь застраиваемого участка, м<sup>2</sup>.

$$V_{\text{раст. сл.}} = 0,15 \cdot 550,5 = 82,6 \text{ м}^3$$

Образующийся при производстве СМР строительный мусор собирается на специально выделенной площадке и затем используется для отсыпки при дорожном строительстве.

#### **5.4.2. Охрана атмосферного воздуха на период строительства**

Источниками загрязнения атмосферы при эксплуатации жилого дома является автотранспорт, осуществляющий въезд, выезд маневрирование на территории гостевых автостоянок и при въезде и выезде на территорию жилого дома.

Проектируемый 12-ти этажный многоквартирный жилой дом на улице Рахманинова г. Пензы не окажет негативного воздействия на атмосферный воздух, т.к. эксплуатация рассматриваемого объекта по условиям загрязнения атмосферного воздуха не превышают нормативных значений ПДК, установленных МИНЗДРАВом в воздухе населенных мест.

#### **5.4.3. Охрана водного бассейна**

Водоснабжение жилого дома предусматривается от существующего водопровода Ø 300 мм, идущего по ул. Рахманинова. Сточные воды от жилого дома отводятся в существующие сети канализации Ø 300мм по улице и далее на очистные сооружения биологической очистки города Пензы. Поверхностный сток отводится по рельефу местности и поступает в существующую сеть ливневой канализации.

#### **5.4.4. Утилизация отходов**

Количество жильцов - 300 человек.

Ориентировочная норма накопления твердых бытовых отходов составит 260-280 кг на человека.

Количество твердых бытовых отходов в год составит:

$$Q_{\text{год}} = 260 \cdot 300 = 78000 \text{ кг}$$

Средне суточный сбор отходов составит:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{год}}}{365} = \frac{78000}{365} = 213,7 \text{ кг}$$

Норма смета с  $1\text{ м}^2$  асфальтового покрытия –  $10\text{ кг/м}^2$ , растительного покрытия (газон) -  $5\text{ кг/ м}^2$

Количество смета с дворовой территории:

$$Q = S_{\text{асф}} \cdot q + S_{\text{газон}} \cdot q = 3338,0 \cdot 10 + 2716,0 \cdot 5 = 46960\text{ кг}$$

$S_{\text{асф}}$  - площадь асфальтового покрытия,  $\text{ м}^2$

$S_{\text{газон}}$  - площадь растительного покрытия,  $\text{ м}^2$

суточный сбор смета составит:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q}{365} = \frac{46960}{365} = 128,6\text{ кг}$$

Общий суточный сбор ТБО и смета составит  $342,3\text{ кг}$ ,

Определяется количество контейнеров объемом  $0,75\text{ м}^3$  и весом  $150\text{ кг}$  для сбора мусора:

$$342,3/150=2,3\text{ шт.}$$

Принимается три стандартных контейнера объемом  $0,75\text{ м}^3$  и весом  $150\text{ кг}$ , который регулярно вывозится, специализированной службой.

### Список используемых источников

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» [Текст] – М.: 2012 – 22 с.
2. СП131.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 Строительная климатология. [Текст] – М.: Госстрой РФ, 2012. – 136 с.
3. СП 54.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные. –М.: Госстрой РФ, 2011г.
4. СП 50.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 Тепловая защита здания. [Текст] – М.: Госстрой РФ, 2012. – 40 с
5. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты здания. [Текст] – М.: Госстрой России, 2005. – 140 с
6. СП 4.13130.2013 Актуализированная редакция СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст]. – М.: Госстрой РФ, 2013.
7. СНиП 35-01-2001 Доступность зданий и сооружений для мнгн [Текст].- М.: Госстрой РФ, 2002г.
8. СП42.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. [Текст] - М.: Госстрой РФ, 2012.
9. Гречишкин. А.В. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций зданий./А.В. Гречишкин, ОЛ Викторова. Учебное пособие. [Текст] – Пенза.:ПГУАС, 2013. 86 с.
10. СП 51.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 Защита от шума. [Текст] – М.: Госстрой РФ, 2012. – 40 с
11. ГОСТ 530-95 Кирпич и камни керамические. [Текст] – М.: Минстроем России, 1996г.
12. ГОСТ 13579-78\* Блоки бетонные для стен подвалов. [Текст] – М.: Госстрой РФ, 1979г.
13. ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. [Текст] –М.: Госстрой РФ, 2001г.
14. ГОСТ 30970-2002 Блоки дверные из поливинилхлоридных профилей. [Текст] –М.: Госстрой РФ, 2002г.

15. СП 22.13330.2011 Основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 [Текст] – М.: ОАО ЦПП, 2011
16. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 [Текст] – М.: ОАО ЦПП, 2011
17. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)/ НИИОСП им. Герсеванова. [Текст] -М.: Стройиздат, 1986г
18. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений [Текст] – М.: Госстрой России, 2005.
19. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП П-23-81\* [Текст] – М.: ОАО ЦПП, 2011.
20. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. [Текст] – М.: Изд-во АСВ, 2000
21. ГЭСН 2000-07. «Бетонные и железобетонные конструкции сборные». Госстрой России, 2000г.;
22. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* [Текст] – М.: ОАО ЦПП, 2011.
23. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. [Текст] – М.: ОАО ЦПП, 2012.
24. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Основные положения. [Текст] – М.: ФГУП ЦПП 2004 г.
25. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). [Текст] М.: ГУП ЦПП 2005 г.
26. Петрянина Л.Н. Ограждающие конструкции зданий. Стены и покрытия: Учебное пособие./ Петрянина Л.Н., Викторова О.Л., Карпова О.В [Текст] – Изд-во АСВ, 2008
27. СП 48.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 Организация строительства. М.: Госстрой России, 2011.;

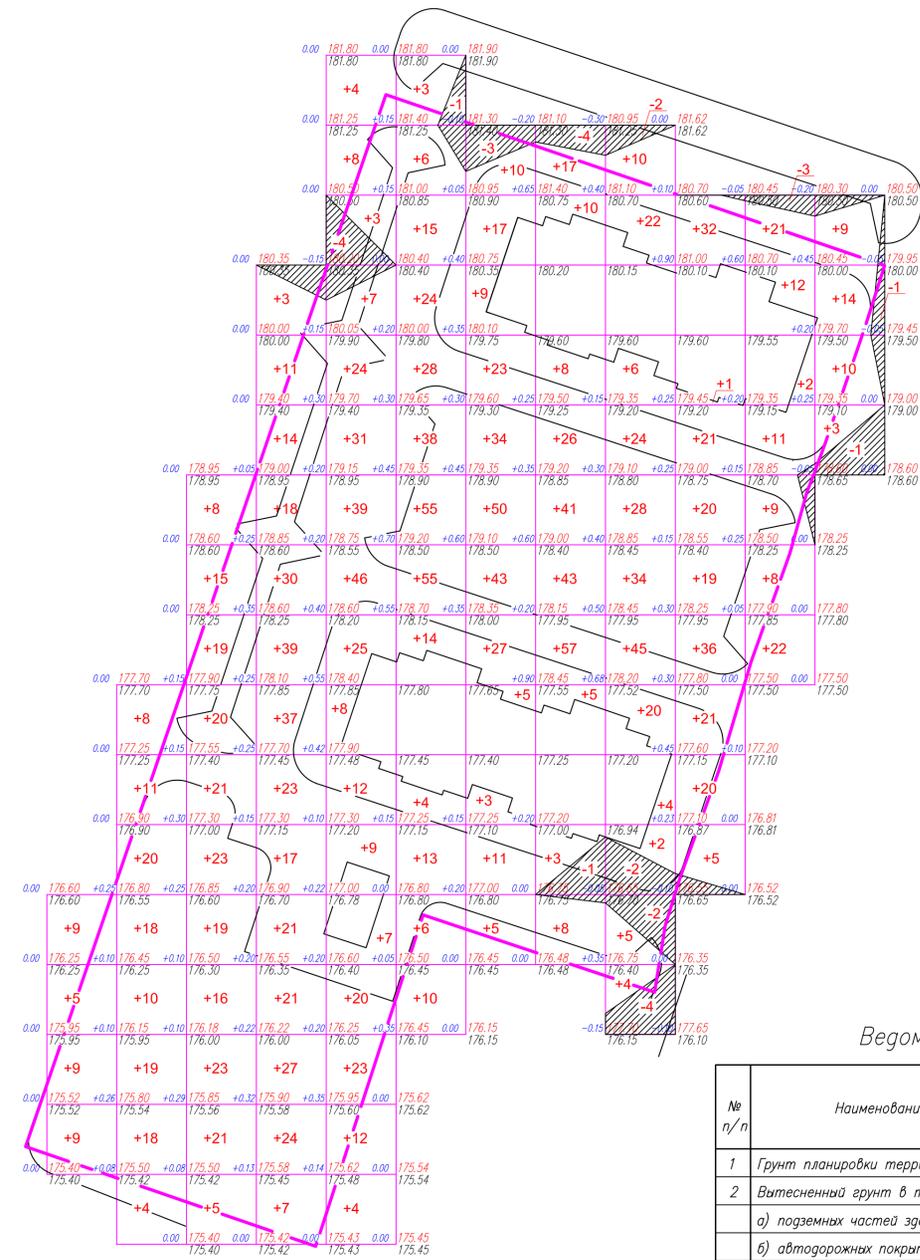
28. СП 70.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. М.: Госстрой России, 2012.;
29. Безопасность труда в строительстве: СНиП 12-03-2001 часть 1: Введ. 01.01.2001: Взамен СНиП 12-03-99.-М., Госстрой России, 2001.-48с.
30. Безопасность труда в строительстве: СНиП 12-04-2002 часть 2:-М., Госстрой России, 2002.
31. СП 12-136-2002: Безопасность труда в строительстве: Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ.
32. ППБ 105-2003. Правила пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных работ.- М. Госгортехнадзор, 2003.
33. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М., Издательство стандартов, 1979 г.
34. ОНД-86. ГОСГИДРОМЕТ. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л., Гидрометеоздат, 1987 г.
35. Пособие по составлению раздела проекта "Охрана окружающей природной среды". СНиП 1.02.01-85, М., 1988 г.
36. Справочник по методам и техническим средствам снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, применяемым при разработке проекта нормативов ПДВ. Санкт-Петербург, 2002 г.

СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА



СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РЕЛЬЕФА

Минус, м³	Насыль (+)	32	108	190	292	282	271	237	218	204	175	85	36	2130
Выемка (-)		-	-	-	-	4	1	3	5	10	-	3	2	28



Ведомость объемов земляных масс

№ п/п	Наименование грунта	Количество, м³		Примечание
		Насыль /+/-	Выемка /-/+	
1	Грунт планировки территории	2130	28	
2	Ватесненный грунт в т.ч. при устройстве:	-	-	
	а) подземных частей зданий (сооружений)	-	-	
	б) автодорожных покрытий	-	2682	
	в) плодородной почвы на участках озеленения	-	-	
3	Поправка на уплотнение (остаточное разрыхление)	213	-	
	Всего пригодного грунта	2343	2710	
4	Недостаток(избыток) пригодного грунта	367*	-	
5	Плодородный грунт, в т.ч.:	-	-	
	а) используемый для озеленения территории	445	-	
	б) недостаток(избыток) плодородного грунта	-	445	
6	ИТОГО перерабатываемого грунта	3155	3155	

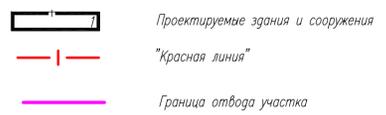
Ведомость жилых и общественных зданий и сооружений

№ п/п	Наименование и обозначение	Этажность	К-во квартир	Площадь, м²			Строит. объем, м³
				застроенная	общая квартир	общая нежил.	
8	Жилой дом	12	93	786.1	4922.8	37.0	29668.9
8а	Жилой дом	12	93	784.7	4922.8	37.0	29668.9
14а	Трансформаторная подстанция	1	-	69.1	-	56.0	304.1

Ведомость проездов, тротуаров, дорожек, площадок

Поз.	Наименование	Условное обозначение	Площадь покрытия, м	
			в границах	вне участка
1	Асфальтобетонное покрытие проездов h=0,5м		3338.8	818.4
2	Асфальтобетонное покрытие тротуаров, площадок h=0,25м		1788.0	223.6
3	Отмостка асфальтовая h=0,15м		294.6	-
4	Покрытие площадок спецсмесью h=0,23м		253.8	-
5	Барьерный камень БР 300.30.18 ГОСТ 6665-91, п.м		836.4	114.8
6	Барьерный камень БР 100.20.8 ГОСТ 6665-91, п.м		1026.2	77.6
7	Площадь цветников		107	-
8	Площадь газонов		2609	360

Условные обозначения:



Экспликация площадок

Обозначение	Наименование	Площадь, м²	Примеч.
	Автомобильная на 28м/мест	336.4	вне участка
	Автомобильная на 10м/мест	129.5	
	Автомобильная на 10м/мест	129.5	
	Автомобильная на 10м/мест	129.5	
	Автомобильная на 10м/мест	129.5	
	Автомобильная на 10м/мест	129.5	
	Автомобильная на 6м/мест	94.8	
	Автомобильная на 7м/мест	94.8	
	Автомобильная на 12м/мест	145.2	
	Площадка для отдыха взрослых	32	2 шт. 16 м.кв
	Площадка для игр детей	253	2 шт. 126.5 м.кв
	Площадка для сушки белья	56	
	Площадка для физкультуры	608	
	Площадка для физкультуры	112	
	Площадка для чистки ковров	18	
	Площадка для сбора мусора	28	2 шт. 14.0 м.кв

Зад. каф. Гречихин  
Руковод. Викторова  
Н.контр. Викторова  
Консульт. Викторова  
Архитект. ГЗЗ Викторова  
Контр. Пучков Ю.М.  
ТСП. Гарькин  
Б.Ж. Викторова  
Студент. Милованов

ВКР-2069059-080301-120860-2017

12-этажный 94-квартирный жилой дом по ул. Рахманинова в г. Пензе

Жилое здание

Стр.	Лист	Листов
ВКР	1	9

Схема организации земельного участка  
Схема организации рельефа

Пензенский ГУАС  
кафедра ГСиА  
группа Стр-45

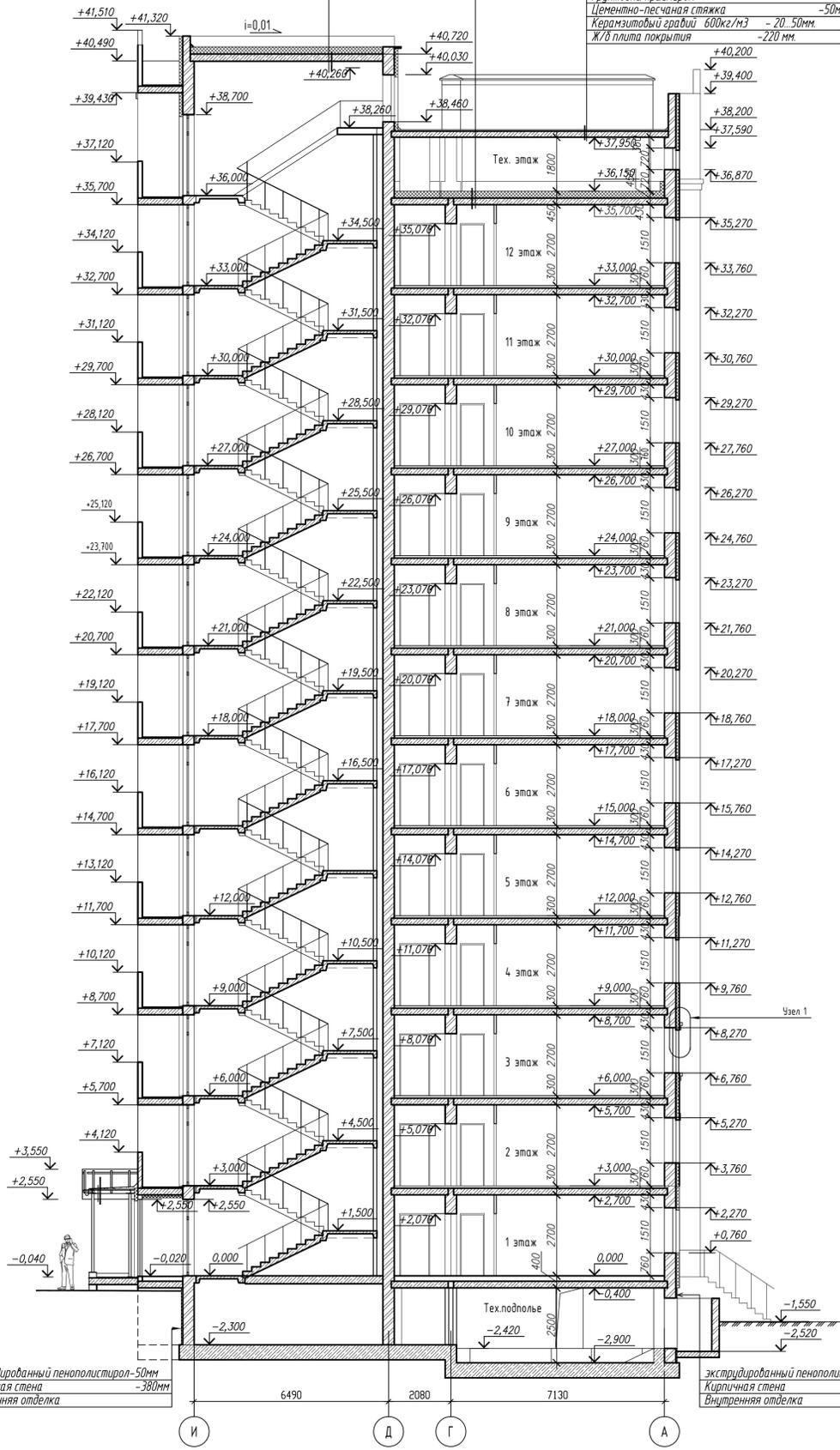


Техноласт ЭПТ  
Унифлекс ЭПТ  
Грунтобак размером  
50мм  
Керамзитовый гравий 600кг/м<sup>3</sup> - 20, 50мм  
Пенополистирол ПСБ-С 40кг/м<sup>3</sup> по  
ГОСТ 15588-86 - 10мм  
Пароизоляция - полиэтиленовая пленка в 2 слоя  
Ж/б плита перекрытия - 220 мм

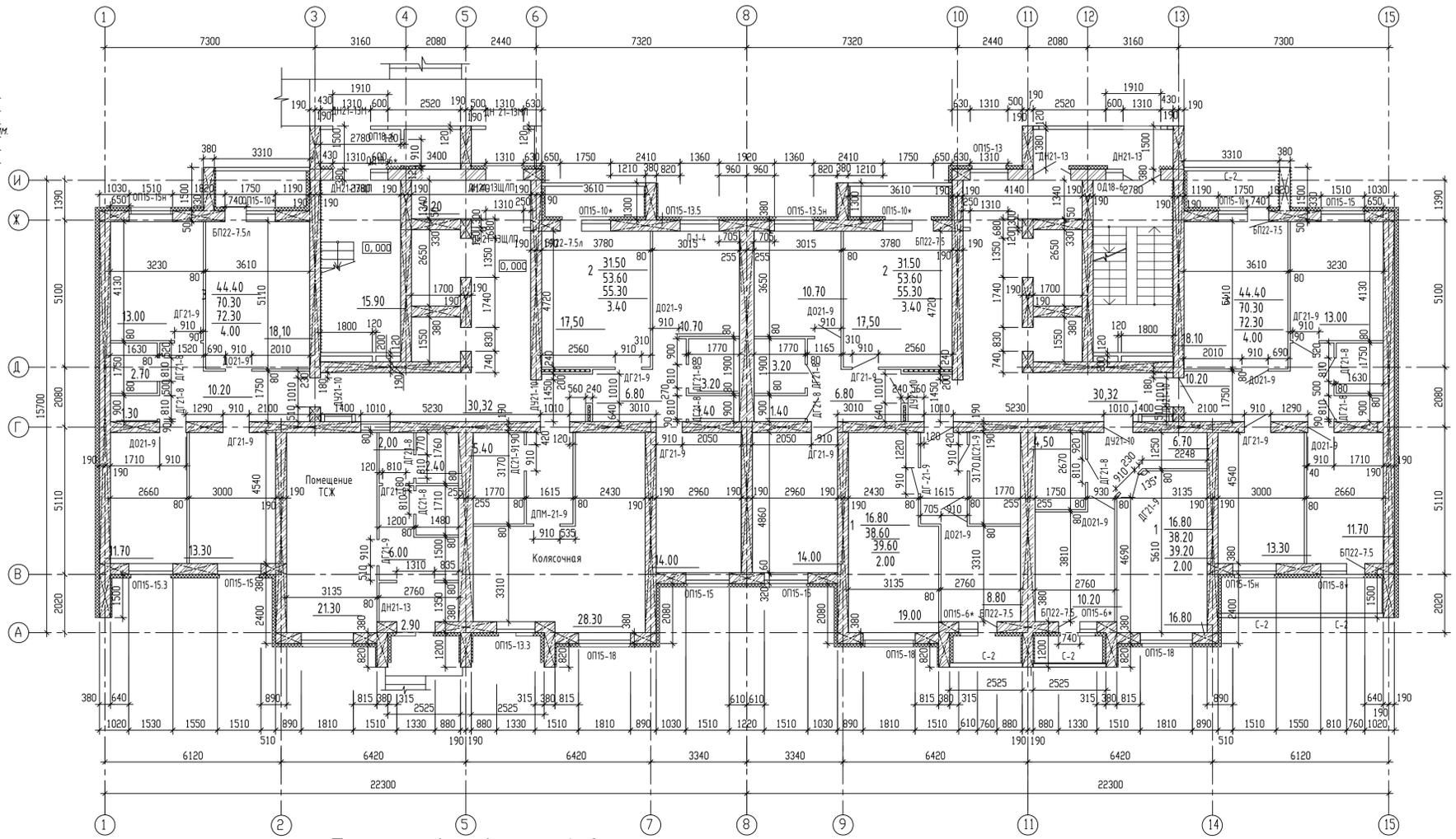
### Разрез 1-1

Стяжка из ц/п р-ра М150, армируемая  
сеткой 585001(в)-1-150/585001(в)-1-150  
Утеплитель - пенополистирол ПСБ-С  
по ГОСТ 15588-86 - 50мм  
Пароизоляция - полиэтиленовая пленка в 2 слоя  
Выравнивающая стяжка из ц/п р-ра М150 - 20мм  
Ж/б плита перекрытия

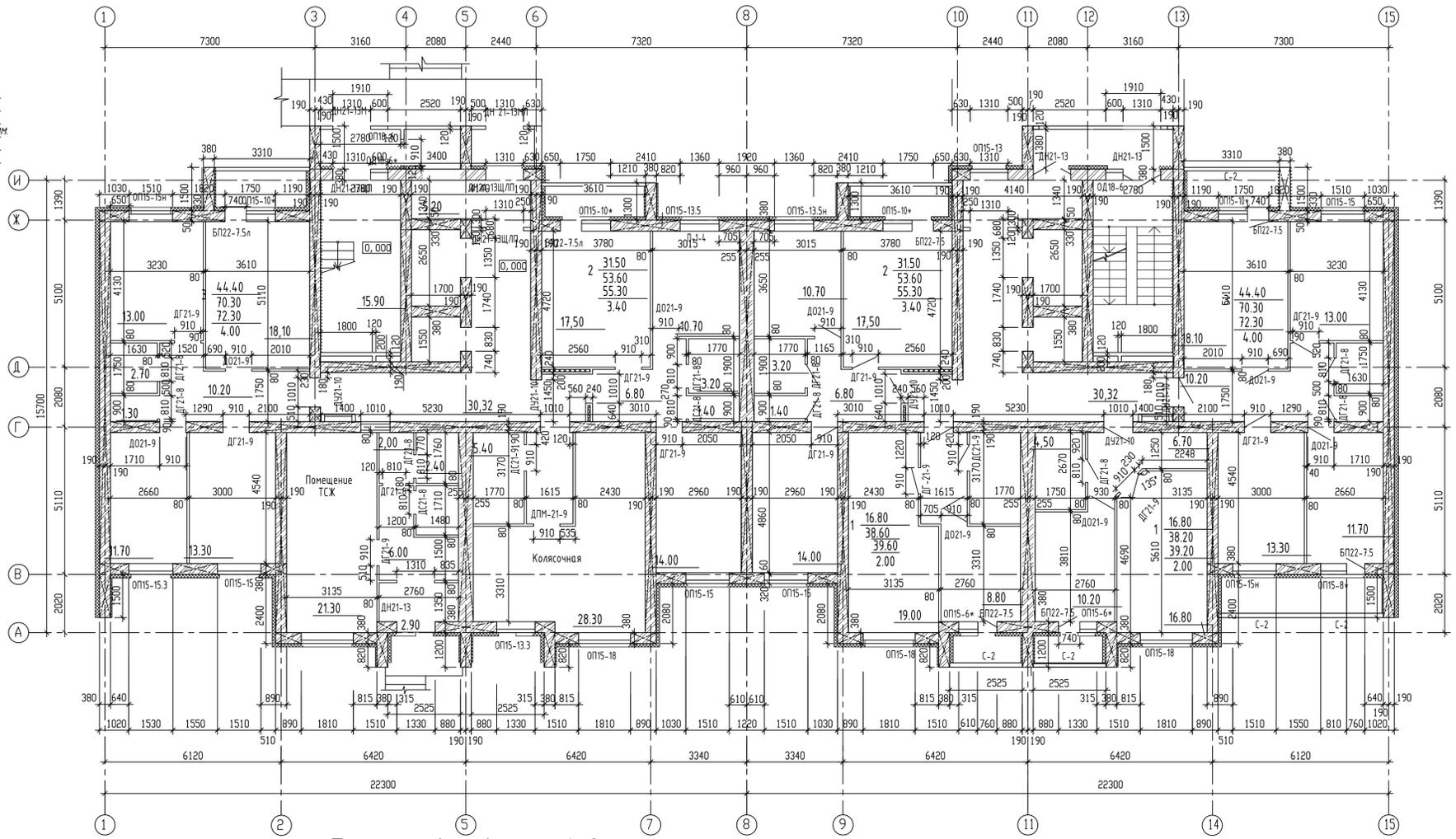
Техноласт ЭПТ  
Унифлекс ЭПТ  
Грунтобак размером  
Цементно-песчаная стяжка  
Керамзитовый гравий 600кг/м<sup>3</sup> - 20, 50мм  
Ж/б плита перекрытия - 220 мм



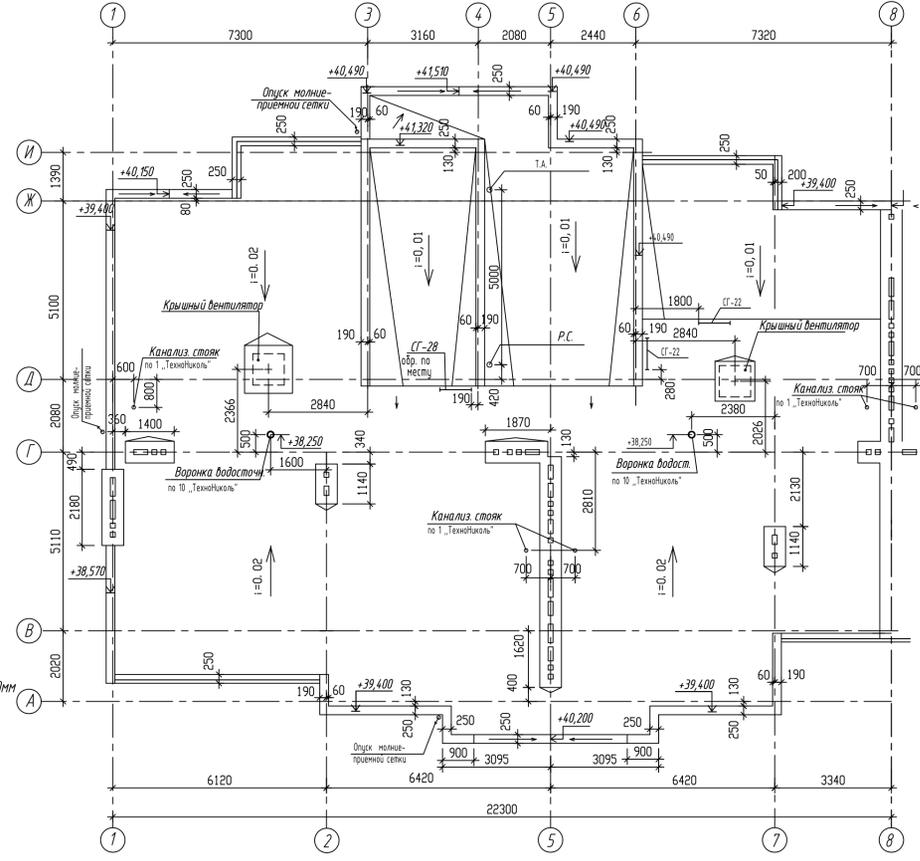
### План 1 этажа



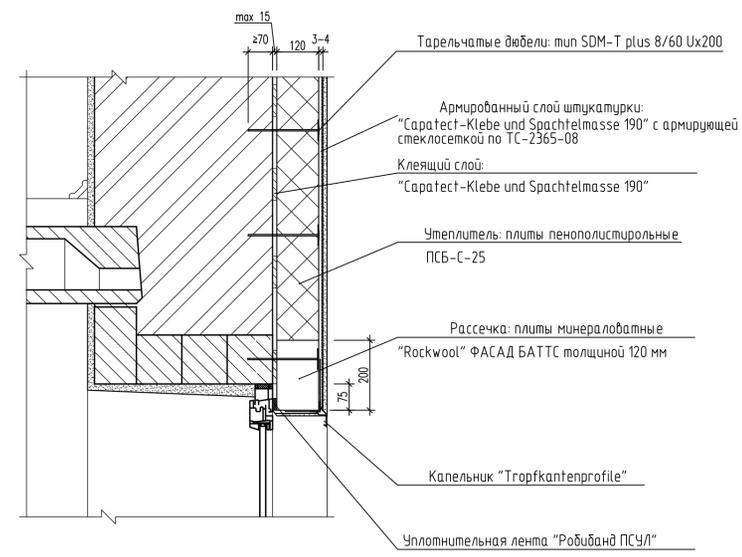
### План типового этажа



### План кровли в осях 1-8.



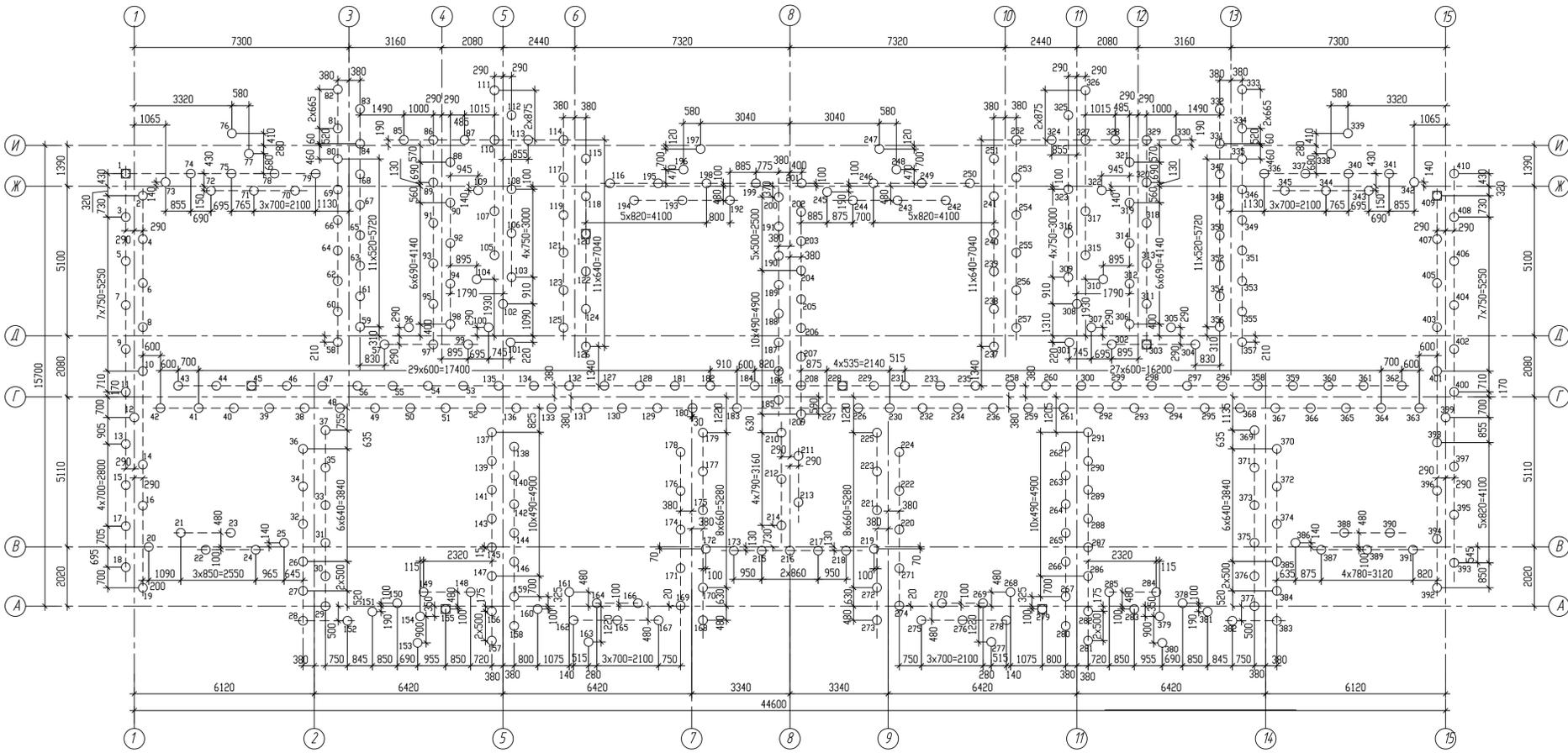
### Деталь утепления оконного проема



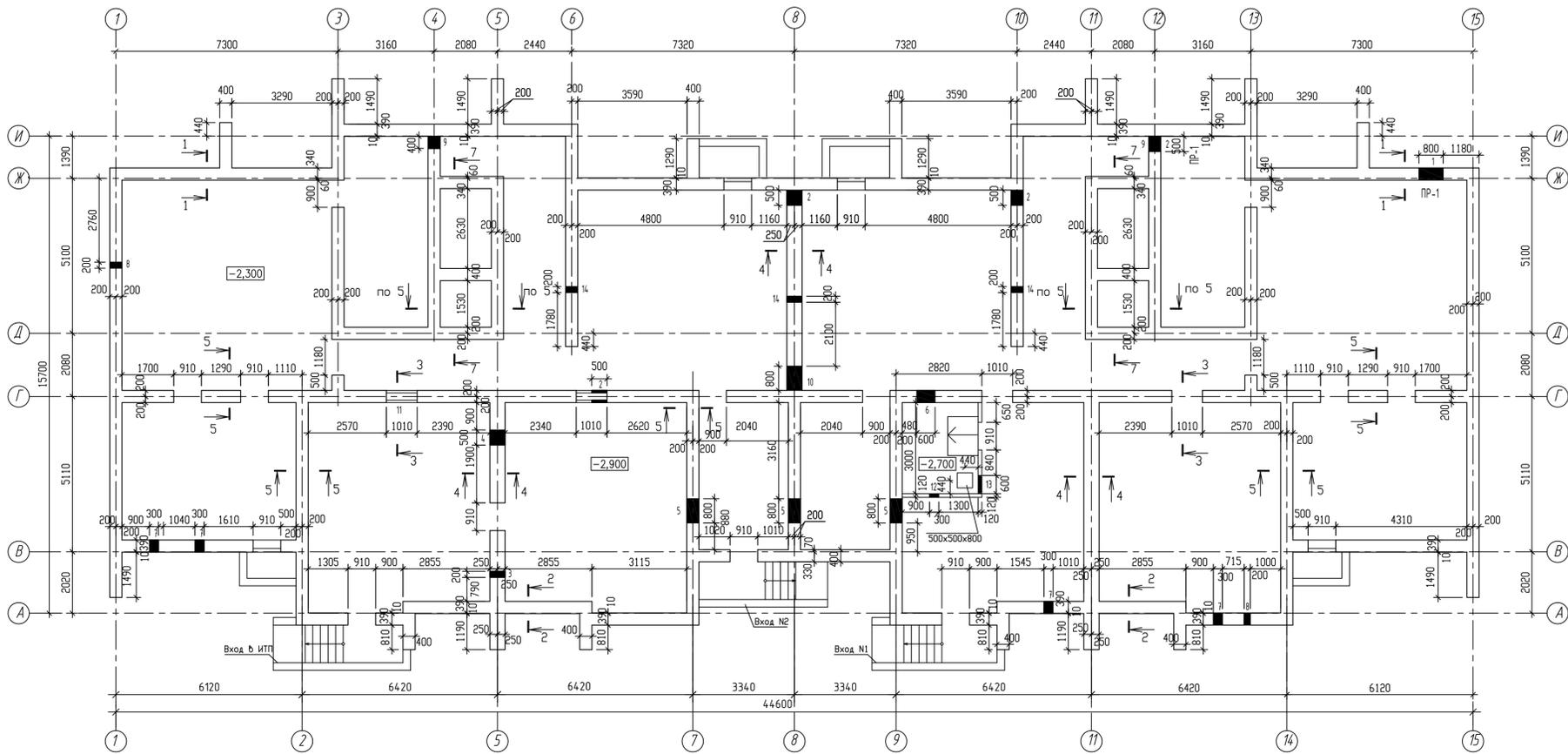
Зав. каф. Гречишкин		ВКР-2069059-080301-120860-2017
Руковод. Викторова		12-этажный 94-квартирный жилой дом
Н. контр. Викторова		по ул. Рахманова в г. Пензе
Консульт. Консульт		Жилое здание
Архитект. Викторова		Стация Лист Листов
Г.Э. Викторова		ВКР 3 9
Констр. Лучков Ю.М.		Планы этажей Разрез 1-1
Т.СП. Гарькин		План кровли Узел
Б.Ж. Викторова		Пензенский ГУАС
Студент. Милованов		кафедра ГСА
		группа Стр-45



План свайного поля



План техподполья



1-1

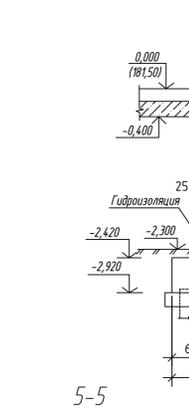
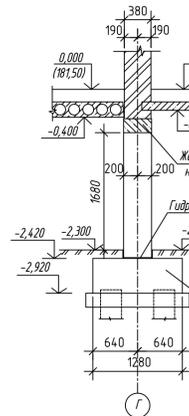
2-2

3-3

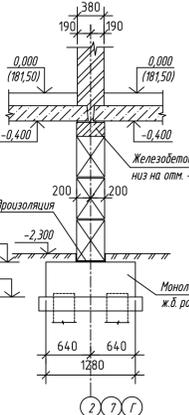
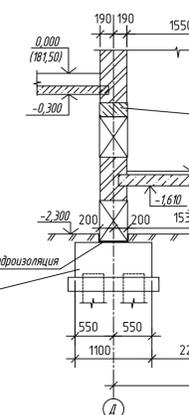
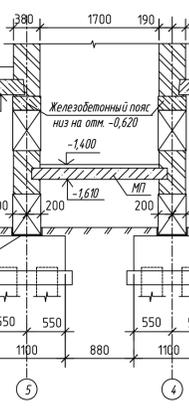
4-4

6-6

7-7

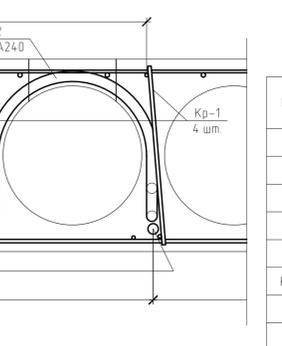
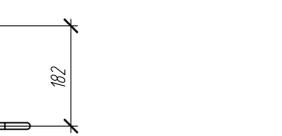
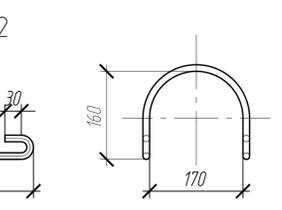
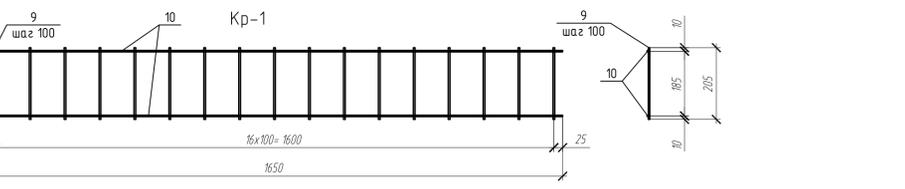
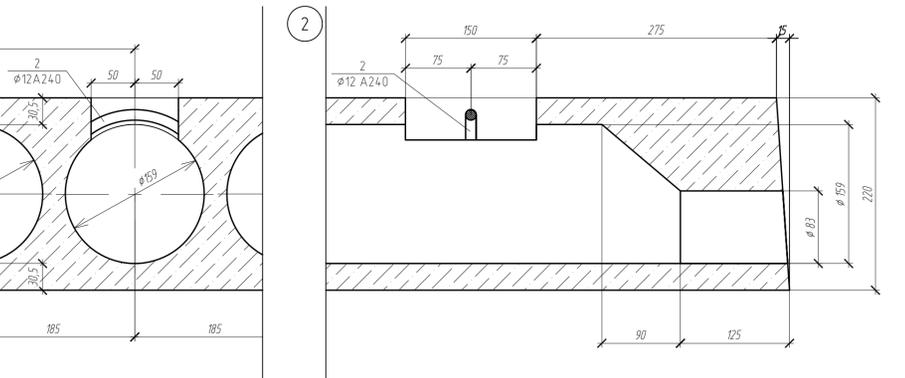
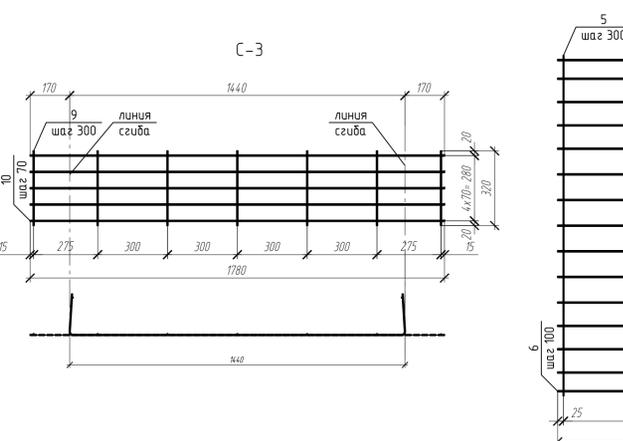
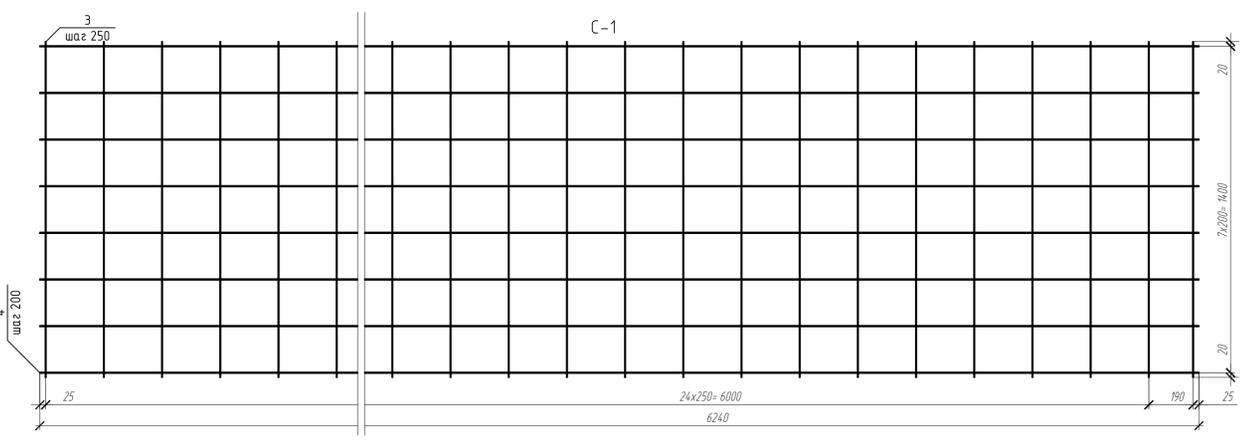
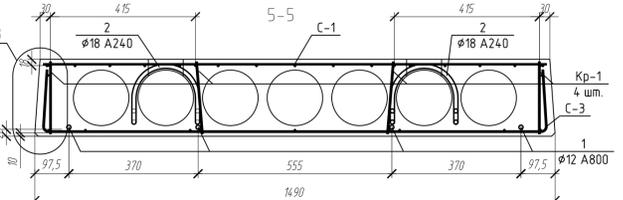
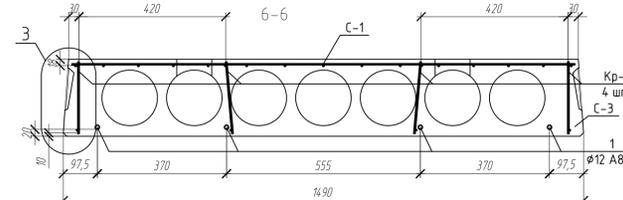
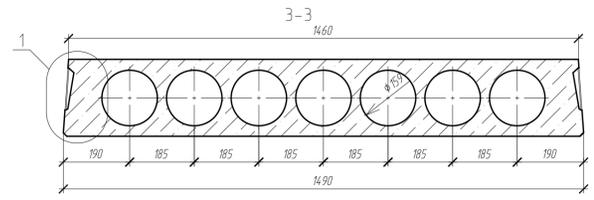
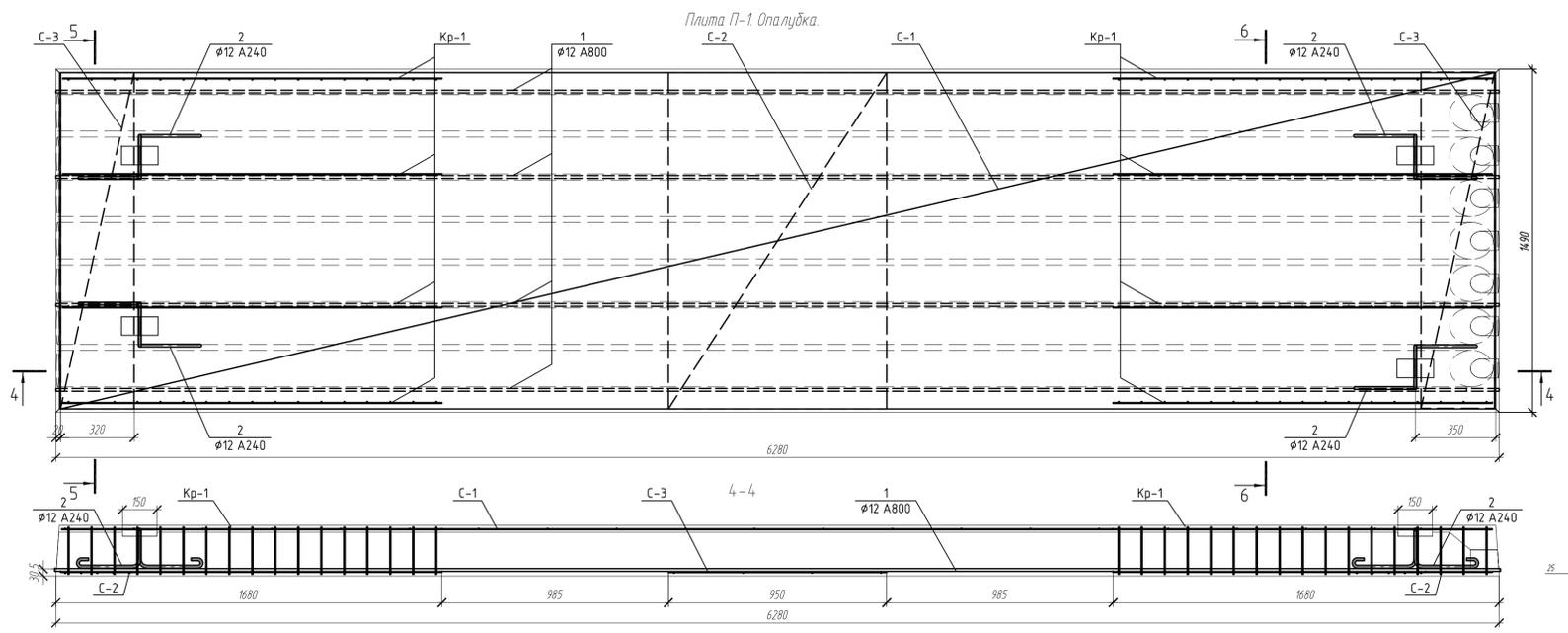
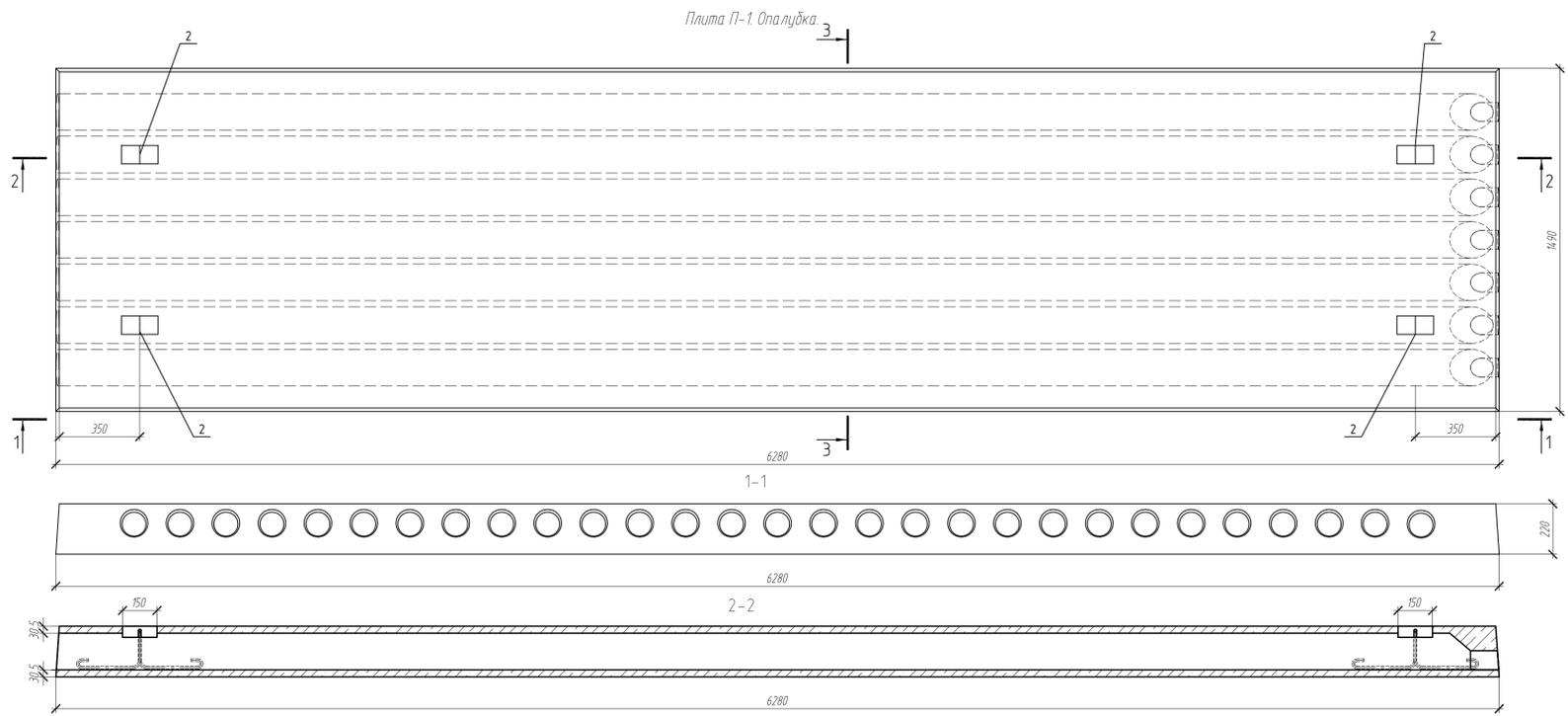


1. Верхние концы свай, забитых до проектной отметки, заделываются в ростверк с таким расчетом, чтобы ствол сваи заходил в ростверк не менее чем на 5 см.
2. Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, принята 55 тс.
3. Под всем ростверком устраивается подготовка из  $u/n$  раствора М-50 толщиной 20-30 мм по песчаной подушке из крупнозернистого песка толщиной 200 мм.
4. Ростверк выполняется монолитным из бетона кл.В-15, рабочая арматура - класса А-400.
5. Горизонтальная гидроизоляция подземной части выполняется в уровне верха железобетонного пояса на отметке -0,420 и в уровне верха ростверка из цементно - песчаного раствора состава 1:2 толщиной 20 мм. Вертикальная гидроизоляция всех поверхностей стен (до отметки -0,620), соприкасающихся с грунтом, выполняется обмазкой горячим битумом за 2 раза.
6. Армирование монолитного ленточного ростверка осуществляется пространственными каркасами путем заведения свободных концов каркаса в другой каркас на 50  $\phi$  стержней рабочей арматуры.
7. Изготовление каркасов производить контактной точечной электросваркой в соответствии с требованиями ГОСТ 14098-85.



Марка, поз	Обозначение	Наименование	Кол. шт.	Масса ед.кг	Примеч.
1.216	Серия 10111-10	С 11-30-8	216	2500	W-2
217.410	Серия 10111-10	С 12-30-8	194	2730	W-2

Зав. каф. Грещинкин		ВКР-2069059-080301-120860-2017		
Руковод. Викторова		12-этажный 94-квартирный жилой дом		
Н. контр. Викторова		по ул. Рахманова в г. Пензе		
Консульт. Консульт.		Жилое здание		
Архитект. Викторова		Стадия	Лист	Листов
Т.Э. Викторова		ВКР	5	9
Констр. Луков Ю.М.		План свайного поля. План техподполья.		
ТСП. Гарькин		Сечения 1-1 - 7-7		
БЖД. Викторова		Пензенский ГУАС		
Студент. Миловаид		кафедра Г.С.И.а группа Стр-45		



Марка изделия	Поз. дет.	Наименование	Кол. кт.	Масса 1 дет., кг.	Масса изделия, кг.
С-1	3	Стержень $\phi 4$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 1460	26	0.145	8.698
	4	Стержень $\phi 4$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 5940	8	0.616	
С-2	5	Стержень $\phi 3$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 1460	4	0.082	2.533
	6	Стержень $\phi 5$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 950	15	0.147	
С-3	7	Стержень $\phi 3$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 1990	5	0.111	0.905
	8	Стержень $\phi 5$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 320	7	0.05	
Кр-1	9	Стержень $\phi 5$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 285	17	0.044	1.074
	10	Стержень $\phi 4$ В500 ГОСТ 6727-80* l = 1650	2	0.163	

Спецификация плиты П1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кт.	Примечание
		Сборочные единицы			
С-1		Сетка сварная С-1	1	8.698	8.698
С-2		Сетка сварная С-2	2	2.533	5.066
С-3		Сетка сварная С-3	2	0.905	1.810
Кр-1		Каркас плоский Кр-1	8	1.074	8.592
		Детали			
1		Стержень $\phi 12$ А800 ГОСТ 5781-82 l = 6280	4	5.577	22.308
2		Стержень $\phi 12$ А240 ГОСТ 5781-82 l = 1065	4	0.946	3.784
		Материалы			
		Бетон тяжелый В30	1.134	куб.м	

Ведомость расхода стали

Марка элемента	Напрягаемая арматура класса		Изделия арматурные						Всего
	А800	Итого	Арматура класса В500			А240			
			$\phi 3$	$\phi 4$	$\phi 5$	Итого	$\phi 18$	Итого	
П-1	22.308	22.308	1.438	11.306	8.889	21.633	3.784	3.784	25.417

Зав. каф.	Гречишкин								
Руковод.	Викторова								
Н. контр.	Викторова								
Консульт.	Викторова								
Архитект.	Викторова								
Т.ЭЭ.	Викторова								
Констр.	Пучков Ю.М.								
Т.СП.	Гарькин								
Б.Ж.Д.	Викторова								
Студент	Милованов								

ВКР-2069059-080301-120860-2017

12-этажный 94-квартирный жилой дом по ул. Рахманинова в г. Пензе

Жилое здание

Конструкция плиты П-1

Пензенский ГУАС кафедра ГСиА группа Стр-45



# Энергетический паспорт здания

## Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	20.03.2017г.
Адрес здания	г. Пенза
Разработчик проекта	Милованов Иван Викторович
Адрес, телефон разработчика	г. Пенза, ул. Титова 28, ПГУАС
Шифр проекта	ВКР 2069059 080301 120860 17
Назначение здания, серия	Жилой дом
Этажность, количество секций	12-этажный, двухсекционный
Количество квартир	94
Расчетное количество жителей	300
Размещение в застройке	Отдельно стоящее, окна с двух сторон
Конструктивное решение	Бескаркасное, с продольными и поперечными кирпичными несущими стенами

## Расчетные условия

N п/п	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_{iet}$	°C	+20
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{ext}$	°C	-27
3	Расчетная температура теплового чердака	$t_c$	°C	-
4	Расчетная температура теплого чердака	$t_c$	°C	-2
5	Продолжительность отопительного периода	$z_{ht}$	сут	200
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{ht}$	°C	-4,1
7	Граусо-сутки отопительного периода	$D_d$	°Cсут	4820

## Геометрические и теплоэнергетические показатели

N п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
8	Сумма площадей этажей здания	$A_{\text{эт}}$ , м <sup>2</sup>	7402,6	-
9	Площадь жилых помещений	$A_{\text{ж}}$ , м <sup>2</sup>	4922,8	-
10	Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_{\text{р}}$ , м <sup>2</sup>	-	-
11	Отапливаемый объем	$V_{\text{от}}$ , м <sup>3</sup>	29668,9	-
12	Коэффициент остекленности фасада здания	$f$	0,18	-
13	Показатель компактности здания	$K_{\text{ком}}$	0,22	-
14	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_{\text{ог}}$ , м <sup>2</sup>	6542,32	-
	фасадов	$A_{\text{фас}}$	4751,64	-
	стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{\text{ст}}$	4119,40	-
	окон и балконных дверей	$A_{\text{ок1}}$	-	-
	витражей	$A_{\text{ок2}}$	-	-
	фонарей	$A_{\text{ок3}}$	384,0	-
	окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{\text{ок4}}$	388,8	-
	балконных дверей наружных переходов	$A_{\text{дб}}$	5,46	-
	входных дверей и ворот (раздельно)	$A_{\text{дв}}$	726,1	-
	покрытий (совмещенных) чердачных перекрытий	$A_{\text{перд}}$	-	-
	перекрытий "теплых" чердаков (эквивалентная)	$A_{\text{перд}}$	-	-
	перекрытий над техническими подпольями	$A_{\text{перд}}$	-	-
	или над неотапливаемыми подвалами	$A_{\text{перд}}$	-	-
	(эквивалентная) перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{\text{перд}}$	-	-
	стен в земле и пола по грунту	$A_{\text{перд}}$	-	-

## Теплотехнические показатели

N п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
15	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	$R_{\text{пр}}$ , м <sup>2</sup> *°C/Вт	3,087	3,624	-
	стен	$R_{\text{ст,пр}}$	0,51	0,53	-
	окон и балконных дверей	$R_{\text{ок1,пр}}$	-	-	-
	витражей	$R_{\text{ок2,пр}}$	-	-	-
	фонарей	$R_{\text{ок3,пр}}$	-	-	-
	окон лестничных узлов	$R_{\text{ок4,пр}}$	-	-	-
	Балконных дверей переходов	$R_{\text{дб,пр}}$	0,83	0,83	-
	входных дверей и ворот	$R_{\text{дв,пр}}$	4,7	5,1	-
	покрытий (совмещенных) чердачных перекрытий (холодных чердаков)	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-
	перекрытий теплых чердаков (включая покрытие) перекрытия над теплыми чердаками	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-
	перекрытия над неотапливаемыми подвалами или подпольями	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-
	перекрытий над проездами и под эркерами	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-
	пола по грунту	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-
	перекрытия над подпольями	$R_{\text{перд,пр}}$	4,07	4,7	-
	перекрытия над неотапливаемыми подвалами или подпольями	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-
	перекрытий над проездами и под эркерами	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-
	пола по грунту	$R_{\text{перд,пр}}$	-	-	-

## Показатели вспомогательные

N п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
16	Общий коэффициент теплопередачи здания	$K_{\text{обш}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°C)	-	0,7
17	Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_{\text{в}}$ , ч <sup>-1</sup>	-	0,588
18	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{\text{быт}}$ , Вт/м <sup>2</sup>	-	17
19	Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого здания	$C_{\text{тепл}}$ , руб/кВт*ч	-	-

## Удельные характеристики

N п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20	Удельная теплозащитная характеристика здания	$K_{\text{обш}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°C)	0,240	0,180
21	Удельная вентиляционная характеристика здания	$K_{\text{вент}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°C)	-	0,085
22	Удельная характеристика бытовых тепловыделений здания	$K_{\text{быт}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°C)	-	0,152
23	Удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации	$K_{\text{сол}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°C)	-	0,067

## Коэффициенты

N п/п	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение показателя
24	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	$\zeta$	0,9
25	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	0
26	Коэффициент эффективности рекуператора	$K_{\text{эф}}$	0
27	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	$\nu$	0,796
28	Коэффициент учета дополнительных теплопотерь системы отопления	$\beta_n$	1,13

## Комплексные показатели расхода тепловой энергии

N п/п	Показатели	Обозначение показателя и единица измерения	Значение показателя
29	Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{\text{от,р}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°C)	0,12
30	Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q_{\text{от,нр}}$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°C)	0,29
31	Класс энергосбережения		"А+"
32	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		да

## Энергетические нагрузки здания

N п/п	Показатели	Обозначение показателя и единица измерения	Значение показателя
33	Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$q$ , кВт*ч/(м <sup>2</sup> *год)	13,88 55,5
34	Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период	$Q_{\text{от,зд}}$ , кВт*ч/год	411857,8
35	Общие теплопотери здания за отопительный период	$Q_{\text{общ,зд}}$ , кВт*ч/год	1163446,0

## Преимущества многослойной теплоизоляционной системы

При новом строительстве утепление фасада позволит получить ощутимую экономию начиная с нулевого цикла. Многослойное утепление внешних стен позволяет сделать их тоньше, тем самым уменьшая нагрузку на фундамент, а защита несущей части стены от влаги и резкой смены температур на порядок уменьшает риск дополнительных напряжений конструкции. Защищенное здание становится более прочным и долговечным. Наружное утепление не "съедает" полезную площадь внутри здания.

При наружной теплоизоляции температурное поле стены становится более однородным, снижается воздухопроницаемость конструкций, стена остается сухой. Именно повышенная влажность приводит к образованию в стенах микротрещин и пор, на поверхности стены появляются кристаллы льда, что ведет к преждевременному разрушению здания.

В качестве утеплителя применяют минераловатные или пенополистирольные плиты. Утеплитель должен иметь высокую плотность, только в этом случае финишное покрытие будет качественным, а также с низкой способностью к водопоглощению.

В системе Ceresit VWS в качестве утеплителя используются плиты из пенополистирола. Данный утеплитель отличается более доступной стоимостью и меньшим весом, однако характеризуется низкой паропроницаемостью, что создает большое сопротивление проникновению паров воды. Но "точка росы" находится в утеплителе, следовательно в конструкции стены конденсат образовываться не будет.

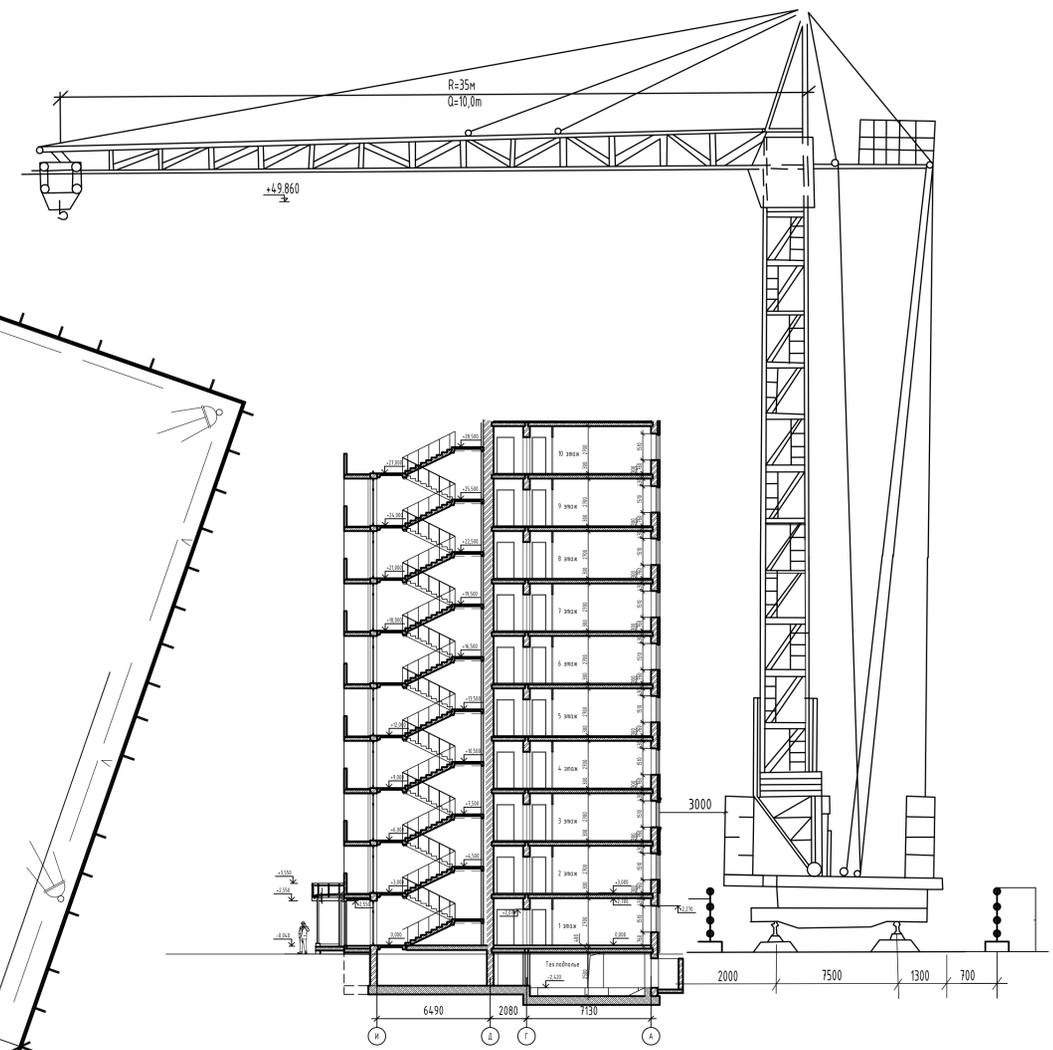
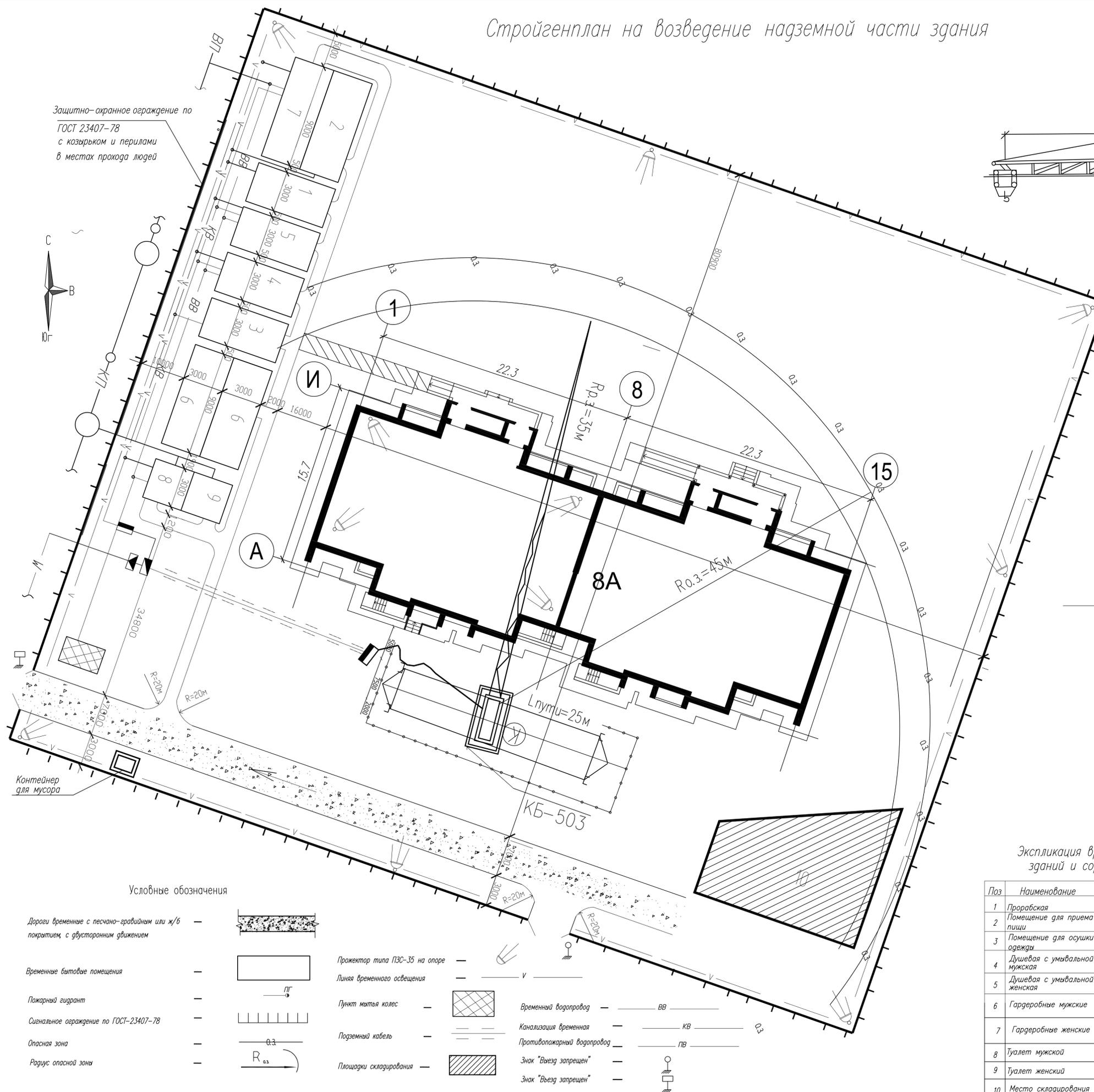


Рис.1. Конструктивная схема трехслойной стены

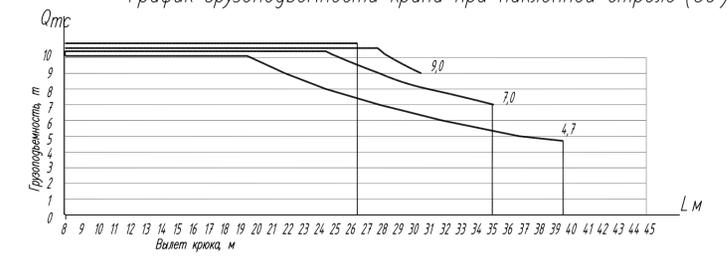
Зав. каф.	Гречишкин			ВКР-2069059-080301-120860-2017
Руковод	Викторова			
Н. кантр	Викторова			12-этажный 94-квартирный жилой дом по ул. Рахманинова в г. Пензе
Консульт				
Архитект.	Викторова			
Г.Э.	Викторова			
Констр.	Лучков Ю.М.			Жилое здание
Т.СП	Гарькин			Стация
Б.ЖД	Викторова			Лист
Студент	Милованов			Листов
				ВКР
				8
				9
				Энергетический паспорт здания
				Пензенский ГУАС кафедра ГСИА группа Спр-45

# Стройгенплан на возведение надземной части здания

Разрез



Башенный кран КБ-503  
График грузоподъемности крана при наклонной стреле (30°)



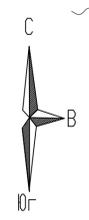
## Экспликация временных зданий и сооружений

Поз	Наименование	Кол.	Площадь м <sup>2</sup>
1	Проробская	1	18,0
2	Помещение для приема пищи	1	27,0
3	Помещение для сушки одежды	1	18,0
4	Душевая с умывальной мужская	1	18,0
5	Душевая с умывальной женская	1	18,0
6	Гардеробные мужские	2	27,0
7	Гардеробные женские	1	27,0
8	Туалет мужской	2	9,0
9	Туалет женский	2	9,0
10	Место складирования конструкций	1	550,0

Стройгенплан разработан на строительство 12-ти этажного жилого здания. Монтаж надземной части производить башенным краном типа КБ-503, вылетом стрелы - 35м. Заезд автотранспорта по существующему проезду. Дороги на территории строительства - из сборных ж/бетонных плит. Проезд сквозной. Радиус закругления дорог должен быть не менее 12м. Бытовые помещения - передвижные вагончики. Снабжение площадки строительства эл/энергией - от существующей электросети. Водой - от сущ сети водопровода. Все работы выполнять согласно СНиП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве".

Зав. каф.	Гришкин			VKP-2069059-080301-120860-2017
Руковод	Викторова			
Н.контр	Викторова			12-этажный 94-квартирный жилой дом по ул Рахманова в г.Пензе
Консульт				
Архитект	Викторова			Жилое здание
Г.Э.С.	Викторова			Стация
Констр.	Лучков Ю.М.			Лист
Т.СП	Гарькин			ВКР
Б.Ж.Д.	Викторова			9
Студент	Милованов			9

Защитно-охранное ограждение по ГОСТ 23407-78 с козырьком и перилами в местах прохода людей



## Условные обозначения

- Дороги временные с песчано-гравийным или ж/б покрытием, с двусторонним движением
- Временные бытовые помещения
- Пожарный гидрант
- Сигнальное ограждение по ГОСТ-23407-78
- Опасная зона
- Радиус опасной зоны
- Пржектор типа ПЗС-35 на опоре
- Линия временного освещения
- Пункт мытья колес
- Подземный кабель
- Площадки складирования
- Временный водопровод
- Канализация временная
- Противопожарный водопровод
- Знак "Въезд запрещен"
- Знак "Въезд запрещен"