

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

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

\_\_\_\_\_ Д.В. Ульрих  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

16-этажный жилой дом в микрорайоне №20 Центрального района  
г. Челябинска

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Архитектурно-конструктивный»  
профессор, д.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ В.Д. Оленьков  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель проекта:  
профессор, д.т.н., доцент,

\_\_\_\_\_ В.Д. Оленьков  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Раздел «Технология и организация  
строительного производства»  
доцент, к.т.н

\_\_\_\_\_ Кучин В.Н.  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор проекта:  
студент группы АС-422

\_\_\_\_\_ А.М. Михайловская  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Раздел «Расчетно-конструктивный»  
к.т.н., доцент,

\_\_\_\_\_ И.С. Дербенцев  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер:  
профессор, д.т.н., доцент,

\_\_\_\_\_ В.Д. Оленьков  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

## АННОТАЦИЯ

Михайловская А.М. 16-этажный жилой дом в микрорайоне №20 Центрального района г. Челябинска. Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ, 2021, 97с., 24 табл., 8 листов чертежей ф. А1, библиографический список – 37 наименований.

В выпускной квалификационной работе разработан проект 16-этажного жилого дома со сборно-монолитным каркасом. Проработана архитектурная часть и разработаны оптимальные конструктивные решения, выполнена визуализация объекта в ПО «Lumion». Был выполнен расчет и конструирование монолитной железобетонной плиты перекрытия с применением ПО «Ли́ра». Разработаны технологическая карта на возведение каркаса здания, календарный план на основной период строительства и строительный генеральный план.

						08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.		Ульрих			16-этажный жилой дом в микрорайоне №20 Центрального района г. Челябинска	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.		Оленьков				ВКР	3	96
Руководит.		Оленьков				ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Консульт.								
Дипломник		Михайловская						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ.....	6
1.1 Общие сведения.....	7
1.2 Природно-климатические условия площадки строительства.....	7
1.3 Генеральный план участка строительства.....	9
1.4 Объемно-планировочное решение здания.....	11
1.5 Конструктивное решение здания.....	13
1.6 Теплотехнический расчет наружной стены.....	16
1.6.1 Исходные данные.....	16
1.6.2 Расчет из условий энергосбережения.....	16
1.6.3 Расчет по санитарно-гигиеническим и комфортным параметрам.....	17
1.6.4 Определение состава стены.....	18
1.6.5 Проверка принятого состава стены.....	19
1.7 Инженерные системы здания.....	20
1.7.1 Система вентиляции.....	20
1.7.2 Система отопления.....	21
1.7.3 Водоснабжение и канализация.....	22
1.8 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	23
2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ.....	26
2.1 Сбор нагрузок.....	27
2.1.1 Временные равномерно распределенные нагрузки.....	27
2.1.2 Постоянные нагрузки.....	27
2.2 Расчет перекрытия в программном комплексе Лира.....	32
2.2.1 Построение расчетной модели.....	32
2.2.2 Результаты расчета и их анализ.....	35
2.3 Расчет плиты перекрытия на продавливание.....	39
3 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	45

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

3.1 Подсчет объемов и трудоемкости работ. Составление калькуляции трудовых затрат.....	46
3.2 Выбор основных машин и механизмов.....	51
3.2.1 Башенный кран.....	51
3.2.2 Бетононасос.....	53
3.2.3 Бетонораспределительная стрела.....	54
3.3 Описание технологии производства работ.....	55
3.3.1 Указания по устройству монолитного перекрытия.....	55
3.3.2 Указания по устройству монолитных стен.....	60
3.3.3 Указания по устройству монолитных колонн.....	64
3.3.4 Указания по устройству сборных колонн.....	66
3.4 Контроль качества выполненных работ.....	68
4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	70
4.1 Разработка календарного плана.....	71
4.2 Организация строительной площадки.....	74
4.2.1 Привязка монтажного крана.....	74
4.2.2 Определение зон влияния башенного крана.....	76
4.2.3 Введение ограничений в работу крана.....	77
4.2.4 Приобъектные склады.....	77
4.2.5 Временные здания.....	80
4.2.6 Транспортные коммуникации.....	82
4.2.7 Обоснование потребности строительства в воде.....	83
4.2.8 Обоснование потребности строительства в электроэнергии.....	85
4.2.9 Обоснование потребности строительства в освещении.....	86
4.2.10 Противопожарные мероприятия	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Калькуляция трудовых затрат.....	92

## ВВЕДЕНИЕ

Каркасные системы являются одними из наиболее распространенных систем при строительстве многоэтажных жилых зданий. Это связано с тем, что в зданиях такого типа возможна свободная планировка, допускается любая высота этажа и колонны могут расставляться с любым шагом, что позволяет реализовать практически любые задумки архитекторов. Строительство таких зданий требует особых мер для обеспечения безопасности.

В выпускной квалификационной работе проектируется 16-этажный жилой дом в городе Челябинске со сборно-монолитным несущим каркасом. Проектируемое здание должно соответствовать всем нормативным требованиям, а также являться комфортным и благоприятным для проживания людей.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо принять объемно-планировочные и конструктивные решения здания, выполнить сбор нагрузок на перекрытие типового этажа и произвести его расчет, разработать технологическую схему на возведение железобетонного каркаса здания, календарный план на основной период строительства и строительный генеральный план.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

# 1 АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

## 1.1 Общие сведения

Проектируемый объект - 16-этажная секция двухсекционного жилого дома со встроенно-пристроенными объектами социально-бытового обслуживания населения и объектами инженерной инфраструктуры в микрорайоне №20 жилого района Северо-Запада в Центральном районе г. Челябинска. Здание расположено на пересечении улицы Академика Макеева и проспекта Героя России Евгения Радионова.



Рисунок 1.1 – Визуализация проектируемого объекта в ПО Lumion  
(работа автора – Михайловской А.М., ЮУрГУ, АС-422, 2021 г.)

## 1.2 Природно-климатические условия площадки строительства

Место строительства – г. Челябинск. Относится к I климатическому району и I - В подрайону [Приложение А, 1]. Климат умеренно-континентальный.

По картам 1 и 2 [Приложение Б,2] определяем районы строительства для г. Челябинска: снеговой район – 3; ветровой район – 2.

Расчетные параметры наружного воздуха: температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92[1]  $t_{н} = -32^{\circ}\text{C}$ ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

7

температура наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью  $0.92[1] t_{н} = -37^{\circ}\text{C}$ ;

Период со среднесуточной температурой воздуха равной или ниже  $8^{\circ}\text{C}$  [1]: продолжительность, в сутках  $Z_{от} = 212$ , средняя температура  $t_{от} = -6.6^{\circ}\text{C}$

Температурный режим внутри жилого помещения  $t_{int} = +21^{\circ}\text{C}$

Зона влажности города Челябинска-сухая.

В зимний период преобладающее направление ветра – южное, в летний – северное [1].

Рельеф на площадке проектируемого здания относительно ровный, с восточным, юго-восточным уклоном поверхности. Большая часть территории проектируемой застройки занята плодово-ягодными кустарниками (вишни, яблони), молодой порослью березы, редко сосны. Строящийся объект находится вне санитарных зон.

По данным инженерно-геологических изысканий основанием свай проектируемого объекта служат:

- ИГЭ 4. Суглинок твёрдый по показателю текучести, серого, желтовато-серого, серовато-зеленого цвета; жирный на ощупь, с мелко-среднезернистой структурой коренных пород, с дресвой и щебнем до 10-15%, ближе к подошве грунт часто дресвяный, с реликтами коренных пород очень низкой и низкой прочности, с редкими маломощными жилами кварца, легкий ( $\bar{I}_p = 14\%$ ;  $\bar{I}_L < 0$ ), непросадочный, ненабухающий. Мощность слоя от 2,0 до 22,0 м.

- ИГЭ 4б. Глина твердая по показателю текучести, легкая ( $\bar{I}_p = 22\%$ ;  $\bar{I}_L < 0$ ), с дресвой до 11%, непросадочная, сильнодеформируемая, пестроцветная (красноватая, сиреневатая, серая, желтовато-серая, оранжевая), жирная на ощупь, слабоструктурная, с прожилками и пятнами гидроокислов железа, с дресвой и щебнем до 5-10 %.

На период проводимых изысканий установившийся уровень грунтовых вод зафиксирован в целом на исследуемой территории на глубинах 11,5 – 14,2 м (абс. отм. 226,82 – 228,66 м). Вода неагрессивна к бетону марки W4 по водонепроницаемости.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8



### 1.3 Генеральный план участка строительства

Проектируемый жилой дом является частью жилого комплекса «Ньютон» и расположен в микрорайоне №20 жилого района Северо-Запада в Центральном районе г. Челябинска. Комплекс расположен между улицами Академика Макеева, Татищева, Героя России Евгения Родионова и Комсомольским проспектом.

Генеральный план отображает застройку и благоустройство двора, в котором располагается проектируемое здание. На плане отображены: проектируемый жилой дом и остальные проектируемые здания в границах благоустройства рассматриваемой территории, автомобильные дороги, тротуары, озеленение, площадки для игр детей, отдыха взрослых, занятий спортом, хозяйственные площадки, стоянки для автотранспорта.

#### *Расчет парковочных мест для проектируемой секции жилого дома:*

С целью обеспечения жителей местами парковки автомобилей в границах благоустройства территории предусмотрены наземные открытые стоянки в количестве 690 машино-мест на двор. Также в соседних с проектируемым зданиях предусмотрены подземные парковки.

В соответствии с [п. 11.37, 3] для наземных автостоянок площадь одного машино-места принимается 25 м<sup>2</sup>. Принимаемое значение машино-мест на квартиру равно 1,2 [таблица 11.8, 3]. Для проектируемого жилого дома, с количеством квартир 80 шт. потребуется парковочных мест:

$$n = 80 \cdot 1,2 = 96 \text{ машино-мест}$$

Таким образом, фактическое число машино-мест удовлетворяет требуемому.

#### *Расчет площадок:*

В проектируемой секции жилого дома 80 квартир (три 2-х комнатные, одна 3-х комнатная и одна 1 комнатная). Следовательно, число жителей приблизительно равно 225 человек.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

Требуемое значение площади каждого типа площадки определяются на основе [таблица 2, 4]. Расчет площадок для жителей проектируемой секции представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Расчет площадок

№ п/п	Наименование	Удельные размеры, м <sup>2</sup> /чел	Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	Фактическая площадь, м <sup>2</sup>
1	Для игр детей дошкольного и школьного возраста	0.7	157.5	1371.3
2	Для отдыха взрослого населения	0.1	22.5	212.3
3	Для занятий физкультурой	2	450	667.0
4	Для стоянки автомашин	0.8	180	794.7

Площадка для выгула собак и хозяйственных целей располагается одна для всего микрорайона №20 и находится вне границ рассматриваемой благоустраиваемой зоны.

Требуемая площадь озеленения принимается в соответствии с [п.2.11, 4] и равняется не менее 5 м<sup>2</sup>/человека, так как Челябинск расположен севернее 58 с.ш. и относится к климатическому подрайону IV.

Таким образом, требуемая площадь озеленения на жильцов данной секции жилого здания:

$$S=5 \cdot 225=1125 \text{ м}^2$$

Озеленение участка выполняется различного вида кустарниками, хвойными и лиственными деревьями. Также учитывается расположение микрорайона вблизи лесного массива. По возможности сохраняется существующий рельеф местности, растительный покров.

Таблица 1.2 – Баланс территории

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
Площадь застройки	6268,0
Площадь покрытий	22878,8
Площадь озеленения	5493,7
Площадь благоустройства	34640,5

#### 1.4 Объемно-планировочное решение здания

Жилой дом состоит из двух секций разной этажности. В данной работе проектируется 16-этажная секция со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями на первом этаже, жилыми квартирами на 2-16 этажах и подвалом с кладовыми и техническими помещениями различного назначения.

Размер секции в горизонтальных осях 18.150 м., в вертикальных осях – 30.330 м. Наивысшая отметка здания +57.500.

За относительную отметку 0.000 принята отметка пола первого этажа входной группы (вестибюля). В Балтийской системе высот это соответствует абсолютной отметке 242.100.

В подвальном этаже размещены технические помещения: (электрощитовая, тепловой пункт, насосная, АТС, помещения Управляющей организации) и хозяйственные кладовые. Для доступа к техническим помещениям предусмотрен вход из помещения лифтового холла подвального этажа, отделённый от основной лестничной клетки противопожарными преградами. Для удобства пользования кладовым предусмотрено сообщение с жилым домом с помощью пассажирских лифтов через тамбур-шлюз.

На первом этаже располагаются нежилые помещения социально-бытового назначения. Каждое нежилое помещение социально-бытового назначения имеет свой отдельный вход. Высота нежилых помещений 4,45 м.

Вход в жилую часть дома расположен с дворовой стороны фасада на отметке 0.000. На первом этаже жилой части дома располагаются холл, сан. узлы, комната консьержа, колясочная и кладовая уборочного инвентаря.

Всего в жилом доме запроектировано 80 квартир. Имеются три 2-х комнатные, одна 3-х комнатная и одна 1 комнатная квартиры на каждом этаже. Высота жилого этажа 3,15 м. В каждой квартире предусмотрены один балкон или лоджия.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Таблица 1.3 – Ведомость квартир на здание

Квартира	Площадь, м <sup>2</sup>		Количество квартир на этаже	Количество квартир на здание
	жилая	общая		
3-х комнатная	44.8	88.5	1	16
2-х комнатная	25.4	64.1	1	16
2-х комнатная	31.7	69.8	1	16
2-х комнатная	26.6	61.8	1	16
1 комнатная	11.7	39.1	1	16
Всего:	140.2	323.3	5	80

Таблица 1.4 – Экспликация квартир на типовом этаже

Наименование помещения	Площадь, м <sup>2</sup>
<i>2-комнатная квартира</i>	
Жилая комната	13,4
Кухня-столовая	19,7
Жилая комната	12,0
Ванная, сан. узел	5,4
Холл	7,6
Коридор	2,6
Гардероб	3,3
Лоджия	5,4
<i>2-комнатная квартира</i>	
Жилая комната	14,0
Ванная, сан. узел	5,8
Жилая комната	17,9
Кухня-столовая	19,4
Холл	3,1
Коридор	7,6
Сан. узел	2,2
Балкон	6,4
<i>2-комнатная квартира</i>	
Ванная, сан. узел	4,9
Жилая комната	13,4
Жилая комната	13,0
Холл	8,5
Кухня-столовая	21,6
Сан. узел	1,6
Лоджия	3,7

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Наименование помещения	Площадь, м2
<i>1-комнатная квартира</i>	
Жилая комната	11,7
Холл	4,7
Ванная, сан. узел	4,1
Кухня-столовая	18,6
Лоджия	4,8
<i>3-комнатная квартира</i>	
Жилая комната	15,7
Сан. узел	2,7
Ванная, сан. узел	5,8
Жилая комната	15,7
Коридор	9,1
Холл	2,8
Гардероб	2,3
Жилая комната	12,9
Кухня-столовая	21,4
Лоджия	9,9

Все входные группы здания обеспечены беспрепятственным доступом маломобильной группы населения с минимальным перепадом между поверхностью тротуара и площадками входных групп (60-150мм).

Жилой дом оборудован двумя лифтами, мусоропровод отсутствует. Для сбора ТБО генпланом предусмотрена площадка с контейнерами.

### **1.5 Конструктивное решение здания**

В проекте разработано здание со сборно-монолитным несущим остовом. Остов состоит из сборных и монолитных колонн, монолитных пилонов, монолитных диафрагм и монолитных перекрытий.

Общая устойчивость и жесткость здания обеспечивается совместной работой горизонтальных дисков перекрытий и вертикальных диафрагм жесткости.

Принятая конструктивная схема предусматривает поэтажное опирание перегородок, стен на перекрытия (в конструкции стен, перегородок

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

предусмотрен зазор не менее 20 мм по верху между стеной (перегородкой) и перекрытием, заполняемый упругим материалом, исключающий передачу нагрузки от вышележащего этажа).

Стык сборных колонн штепсельный.

В качестве основных несущих элементов жилого дома приняты:

- Монолитная фундаментная плита на свайном основании толщиной 1000 мм; сваи – бетон В25, W4, F75; фундаментная плита – бетон В20, W4, F75; арматура классов АI (А240), АIII (А400) по [21];
- Колонны – сборные железобетонные сечением 400х400 мм и монолитные железобетонные сечением 500х400мм, 600х400мм, монолитные пилоны; бетон сборных колонн - В40, В30, монолитных колонн и пилонна - В40, арматура классов АI (А240), АIII (А400) по [21];
- Монолитные стены/диафрагмы жесткости – монолитные железобетонные толщиной 200 мм, 250 мм, бетон В25;
- Перекрытия – монолитные толщиной 200 мм, бетон В25; нейтрализация мостика холода осуществляется внедрением в тело плиты термовкладышей из пенополистирола;

В здании предусматриваются сборные железобетонные самонесущие лифтовые шахты толщиной 140 мм. Они представляют собой многослойную пространственную тонкостенную конструкцию, составленную из плоских панелей, соединенных между собой соединительными деталями. Лестничные марши и площадки здания – сборные железобетонные.

Наружные стены жилого дома - трехслойная облегченная кирпичная кладка толщинами 360 (межсекционные стены), 510 мм. Внутренний слой - кирпичная кладка из керамического кирпича марки КР-р-пу 250х120х88/1,4НФ/100/1,4/25 [5] толщиной 250мм (за исключением стен толщиной 120 мм в осях Б-И/10) на растворе марки 100, кладка армируется сеткой из стеклопластиковой арматуры; утеплитель - минераловатные плиты плотностью  $\gamma=50$  кг/м<sup>3</sup>, с коэффициентом теплопроводности не более 0,042 Вт/м<sup>°С</sup>, группы горючести "НГ". Укладку утеплителя выполняется в два слоя (по 60(70)мм каждый) со смещением швов второго слоя относительно первого по

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР				14

горизонтали и по вертикали не менее 200мм. На углах выполняется "шахматная" перевязка стыкующихся слоев. Наружный облицовочный слой - кирпичная кладка из керамического кирпича марки КР-л-пу 250x120x88/1,4НФ/100/1,4/50 [5] толщиной 120 мм на растворе марки 100. Облицовка 2-15-го этажей крепится к основной кладке гибкими стеклопластиковыми связями (за исключением стен толщиной 120 в осях Б-И/10). Облицовка 16 этажа крепится к основной кладке жесткими вертикальными диафрагмами из тычковых рядов и гибкими стеклопластиковыми связями. Наружные стены крепятся анкерами к колоннам, пилонам, диафрагмам жесткости.

Кладка внутренних межквартирных перегородок выполняются из керамического кирпича марки КР-р-пу 250x120x88/1,4НФ/100/1,4/25 [5] толщиной 250 мм на растворе марки 100.

Кладка межкомнатных перегородок и перегородок технических помещений выполняется из керамического кирпича марки КР-р-пу 250x120x88/1,4НФ/100/1,4/25 [5] толщиной 120 мм на растворе марки 100.

Парапетные стены на кровле жилых помещений - трехслойная облегченная кирпичная кладка толщиной 380 мм. Внутренний слой - кирпичная кладка из керамического кирпича марки КР-р-пу 250x120x88/1,4НФ/100/2,0/35 [5] толщиной 120 мм на растворе марки 100, кладка армируется сеткой из стеклопластиковой арматуры; утеплитель - минераловатные плиты плотностью  $\gamma=50$  кг/м<sup>3</sup>, с коэффициентом теплопроводности не более 0,042 Вт/м<sup>0</sup>С, группы горючести "НГ". Укладку утеплителя выполняется в два слоя со смещением швов. На углах обеспечивается "шахматная" перевязка стыкующихся слоев. Наружный облицовочный слой - кирпичная кладка из керамического кирпича марки КР-л-пу 250x120x88/1,4НФ/100/1,4/50 [5] толщиной 120 мм на растворе марки 100. Облицовка крепится к основной кладке жесткими вертикальными диафрагмами из тычковых рядов.

Кровля мягкая рулонная из гидроизоляционных материалов (верхний слой - рулонная битумно-полимерная наплаваемая на полиэфирной основе, с теплостойкостью 85<sup>0</sup>С, с гибкостью на бруске не выше минус 20<sup>0</sup>С, с крупно-зернистой минеральной посыпкой (по типу Техноэласт ЭКП ТУ 5774-003-

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР				

00287852-99); нижний слой - рулонная битумно-полимерная наплаваемая на полиэфирной основе, с теплостойкостью 85°C, с гибкостью на брусе не выше минус 20°C (по типу Техноэласт ЭПП ТУ 5774-003-00287852-99)) по сборной стяжке (2 слоя стекломгнезитовых листов по 10 мм). В качестве утеплителя приняты плиты пенополистирольные экструдированные, с коэффициентом теплопроводности не более 0,042 Вт/м°C, плотностью не более 40 кг/м<sup>3</sup>, толщиной 200 мм. 1 слой рулонной битумно-полимерная наплаваемая на полиэфирной основе гидроизоляции, с теплостойкостью 85°C, с гибкостью на брусе не выше минус 20°C (по типу Техноэласт ЭПП ТУ 5774-003-00287852-99)) по сборной стяжке (2 слоя стекломгнезитовых листов по 10 мм). Прослойка из отсева щебня [6] для формирования уклона кровли. Водосток внутренний организованный.

## 1.6 Теплотехнический расчет наружной стены

### 1.6.1 Исходные данные

- район строительства – г. Челябинск
- зона влажности – сухая [Приложение В, 7]
- расчетные параметры наружного воздуха: температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92 [таблица 3.1, 1]  $t_n = -32^\circ\text{C}$
- период со среднесуточной температурой воздуха равной или ниже 8 °C [таблица 3.1, 1]: продолжительность  $Z_{от} = 212$  сут/год, средняя температура  $t_{от} = -6.6^\circ\text{C}$
- влажностный режим помещений нормальный
- температурный режим внутри помещения  $t_v = +21^\circ\text{C}$  [таблица 1, 8]
- условия эксплуатации ограждающих конструкций А [таблица 2, 7]

### 1.6.2 Расчет из условий энергосбережения

Градусо-сутки отопительного периода, °C·сут/год, определяются по формуле:

$$ГСОП = (t_v - t_{от}) \times Z_{от}, \quad (1.1)$$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16



где  $t_{от}$ ,  $Z_{от}$  - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые для жилых зданий для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С;

$t_b$ - расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая при расчете ограждающих конструкций жилых зданий по минимальным значениям оптимальной температуры.

$$ГСОП=(21-(-6.6))\times 212=5851.2^\circ\text{C}\cdot\text{сут/год}$$

Согласно прим. 1 к табл. 3 [7], значение базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче для величин ГСОП, отличающихся от приведенных в таблице,  $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , определяется по формуле:

$$R_0^{\text{тр}1}=a\times ГСОП+b, \quad (1.2)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты, значения которых принимаются по [таблица 3, 7] для соответствующих групп зданий, для жилых зданий  $a=0.00035$ ,  $b=1.4$ .

$$R_0^{\text{тр}1}=0.00035\times 5851.2+1.4=3.45 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

### 1.6.3 Расчет по санитарно-гигиеническим и комфортным параметрам

$$R_0^{\text{тр}2}=\frac{t_b-t_n}{\Delta t^H\times\alpha_B}, \quad (1.3)$$

где  $\Delta t^H$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_{int}$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\Delta t^H=4$  °С [таблица 5, 7];

$\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\alpha_B = 8.7$  Вт/  $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}$  [таблица 4, 7];

$t_n$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92

$$R_0^{\text{тр}2}=\frac{(21-(-32))}{4\cdot 8.7}=1.52 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Принимаем из  $R_0^{\text{тр}1}$  и  $R_0^{\text{тр}2}$  максимальное значение  $R_0^{\text{тр}}=3.45 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

### 1.6.4 Определение состава стены

Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_0^{пр} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum R_k + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (1.4)$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\alpha_B = 8.7 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C}$  [таблица 4, 7];

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций (для зимних условий),  $\alpha_H = 23 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C}$  [таблица 6, 7];

$\sum R_k$  – термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;

$$\sum R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_i \quad (1.5)$$

Термическое сопротивление  $R_i$  слоя многослойной ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}, \quad (1.6)$$

где  $\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя, м;

$\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала  $i$ -го слоя  $\text{Вт/ м} \cdot \text{°C}$ .

Таблица 1.5 - Теплотехнические характеристики материалов слоев.

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя $\delta$ , м	Удельный вес $\gamma$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$
1	Кладка из керамического пустотного кирпича	0,12	1400	0,58
2	Минераловатные плиты	$\delta_2$	50	0,042
3	Кладка из керамического пустотного кирпича	0,25	1400	0,58

$$R_0^{пр} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum R_k + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} = R_0^{тр}$$

$$\delta_2 = \left( R_0^{\text{ТР}} - \frac{1}{\alpha_{\text{В}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_{\text{Н}}} \right) \lambda_2$$

$$\delta_3 = \left( 3,45 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,12}{0,58} - \frac{0,25}{0,58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,042 = 0,111 \text{ м}$$

Принимаем толщину 2 слоя  $\delta_3=0,14$ . Общая толщина стены:  $0,12+0,14+0,25=0,510$  м.

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,58} + \frac{0,14}{0,042} + \frac{0,25}{0,58} + \frac{1}{23} = 4,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

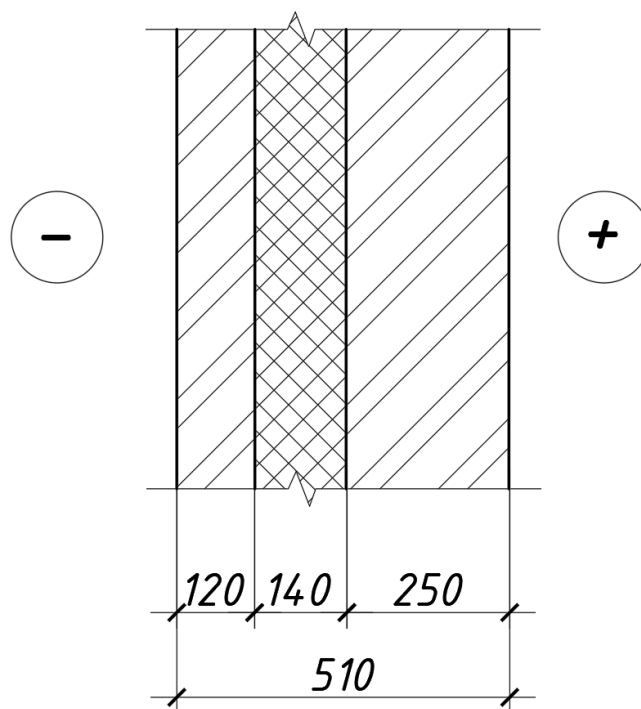


Рисунок 1.2 – Состав наружной стены

### 1.6.5 Проверка принятого состава стены

а) по приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающей конструкции и нормируемому сопротивлению теплопередаче  $R_0^{\text{норм}}$ . При этом должно соблюдаться главное условие теплотехнического расчета:

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{норм}} \quad (1.7)$$

$$R_0^{\text{пр}} = 4,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_0^{\text{ТР}} = 3,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

б) по расчетному перепаду температур

Проверим выполнение условия:  $\Delta t^{\text{р}} \leq \Delta t^{\text{н}}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Температурный перепад между температурной внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t^p = \frac{t_B - t_H}{R_0^{np} \times \alpha_B} \quad (1.8)$$

$$\Delta t^p = \frac{(21 - (-32))}{4,13 \times 8.7} = 1.48^\circ\text{C}$$

Согласно [7] нормативное значение температурного перепада  $\Delta t^H = 4^\circ\text{C}$  для наружных стен жилых зданий.

$$\Delta t^p = 1.48^\circ\text{C} \leq \Delta t^H = 4^\circ\text{C}$$

в) По минимальной температуре, равной температуре точки росы ( $t_d$ ), при расчетных условиях внутри помещений на всех участках внутренней поверхности наружных ограждений с температурой  $\tau_{int}$

При этом должно выполняться условие:

$$\tau_{int} \geq t_d \quad (1.9)$$

Определим  $\tau_{int}$  по формуле:

$$\tau_{int} = t_B - \Delta t^p \quad (1.10)$$

$$\tau_{int} = 21 - 1,48 = 19,52^\circ\text{C}$$

При влажности  $\phi_{int} = 55\%$  и [9] и температуре внутреннего воздуха  $t_{int} = 21^\circ\text{C}$  точка росы равняется  $t_d = 11,62^\circ\text{C}$ .

$$\tau_{int} = 19,52^\circ\text{C} > t_d = 11,62^\circ\text{C}$$

## 1.7 Инженерные системы здания

### 1.7.1 Система вентиляции

Для вентиляции жилой части многоквартирного дома предусмотрена комбинированная система вентиляции: центральная вытяжная вентиляция с механическим побуждением и естественная приточная система. Вытяжной вентилятор расположен на кровле машпомещения.

Приток воздуха предусмотрен с помощью системы оконных клапанов в каждую жилую комнату квартиры и на кухню, в том числе через приточные вентиляционные отверстия в балконном остеклении, вытяжка предусмотрена из кухонь, санузлов, ванных, кладовых и гардеробных каждой квартиры. Удаление воздуха в квартире предусмотрено через регулируемые вытяжные диффузоры.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

Такая вентиляционная система позволяет создавать в квартире постоянный воздухообмен, без открывания окон и дверей.

На кухне дополнительно предусмотрена возможность подключения кухонного вытяжного зонта. Отверстие находится сбоку воздуховода, заглушено на случай отсутствия использования.

Для предотвращения распространения продуктов горения на другие этажи при пожаре, в узлах соединения этажных воздуховодов, проложенных в квартирном холле с магистральным, установлены противопожарные нормально открытые клапана с пределом огнестойкости не менее 90 мин и электромагнитным приводом.

### **1.7.2 Система отопления**

Источником теплоснабжения зданий являются наружные тепловые сети с температурным графиком 115-70°C. Теплоноситель в системе отопления – вода с параметрами 90-65°C.

Процесс передачи тепловой энергии от тепломагистралей в жилой дом осуществляется в индивидуальном тепловом пункте (ИТП), который располагается в подвале жилого дома. В тепловом пункте устанавливаются: теплообменник на систему отопления, теплообменник на горячее водоснабжение, циркуляционные насосы (1 рабочий, 1 резервный) на систему отопления, подпиточные насосы (1 рабочий, 1 резервный).

На вводе в ИТП предусмотрен коммерческий учет тепла.

ИТП в жилом доме автоматизированный, обеспечивающий регулирование подачи тепла в систему отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

Для жилой части и встроенно-пристроенных объектов социально-бытового обслуживания населения выполнены отдельные системы отопления. Для каждого нежилого помещения предусмотрен коммерческий учет тепла.

Вертикальные стояки и распределительные коллекторы системы отопления расположены в техническом помещении на каждом жилом этаже. Индивидуальные приборы учёта тепловой энергии на каждую квартиру установлены после запорной арматуры в этажном техническом помещении.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

В квартирах выполнена разводка системы отопления из «сшитого» полиэтилена, которая подключена в этажном техническом помещении к стоякам отопления через распределительный коллектор и запорную арматуру.

Поквартирная разводка трубопроводов выполнена в стяжке пола и проложена в защитном гофрированном кожухе.

Для балансировки системы отопления устанавливается автоматический регулятор перепада давления на каждом ответвлении (этаже) к распределительному коллектору (в техническом помещении). Для балансировки квартир между собой предусмотрены ручные балансировочные клапаны. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляется с помощью клапана с термостатическим элементом.

### **1.7.3 Водоснабжение и канализация**

Существующим источником водоснабжения является Шершневское водохранилище. Вода подается в жилой дом от существующих кольцевых сетей водоснабжения, проходящих по территории микрорайона №20.

На вводе для учета воды устанавливается водомерный узел со счетчиком. В подвальном этаже находятся две насосных станции хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения. Для обеспечения потребного напора в насосной установлены рабочие и резервные насосы.

Вертикальные стояки системы холодного и горячего водоснабжения расположены в техническом помещении квартирного холла. Поквартирная разводка осуществляется через распределительный коллектор, который так же располагается в техническом помещении, далее по трубопроводам в конструкции защитной стяжки по квартирному холлу и квартире. На распределительном коллекторе предусматривается установка квартирных водосчетчиков, а также установка обратных клапанов для предотвращения перетока воды.

Разводка водопровода от водосчетчика до точек водоразбора в конструкции пола выполнена трубами из сшитого полиэтилена в защитном гофрированном кожухе.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

В общеквартирном холле располагаются пожарные шкафы с пожарными кранами. На каждом этаже находится кнопка, от нажатия на которую во время пожара включаются пожарные насосы, находящиеся в подвальном этаже здания.

В каждой квартире в санузле установлен отдельный кран для подключения комплекта первичного пожаротушения «РОСА».

Горячее водоснабжения осуществляется от теплообменника с принудительной циркуляцией.

Водоснабжение 1 этажа (офисов) осуществляется от магистралей жилого дома с разводкой под потолком тех.подвала металлопластиковыми трубами с установкой водосчетчиков на каждый офис и одного общего редуктора давления.

Отвод стоков предусмотрен в уличную канализацию отдельными выпусками, от жилой части здания и от офиса.

На балконах в специально предназначенных местах для расположения наружного блока кондиционера, предусмотрена закрытая система канализации для сбора конденсата от внутренних блоков кондиционирования. На трубопроводе выполнен выпуск для присоединения, закрытый заглушкой.

Здание оборудуется системой внутренних водостоков с выпуском в городскую сеть ливневой канализации.

## **1.8 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности**

Расчетные характеристики здания [10,11,12]:

- степень огнестойкости здания - I;
- класс функциональной пожарной опасности - Ф1.3 – 2-16 этажи;
- класс конструктивной пожарной опасности здания - С0;
- предел огнестойкости строительных конструкций не ниже:
  - несущие элементы - R 90;
  - наружные стены - E 30;
  - перекрытие междуэтажное - REI 45;
  - перегородки межквартирные - EI 30;
  - стены лестничной клетки - REI 90;

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

- марши площадки лестниц - R 60;
- класс пожарной опасности конструкций:
  - несущие элементы - K0;
  - плиты покрытия - K0;
  - наружные стены - K0;
  - марши и площадки лестниц в лестничных клетках - K0;
  - стены лестничных клеток - K0;

Пожарная безопасность обеспечивается посредством:

- Объёмно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага.

В здании для защиты от проникновения огня используются противопожарные двери, ограждающие лестничную клетку и лифтовой холл.

- Эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре.
- Первичных средств пожаротушения.

В здании имеется противопожарный водопровод с пожарными кранами, расположенными в пожарных шкафах в квартирных холлах каждого этажа.

Система автоматического удаления дыма (противодымная защита)

Для удаления продуктов горения, используются устройства и средства механической вытяжной противодымной вентиляции, установленные в коридоре на каждом этаже в вытяжной шахте под потолком. Система противодымной защиты здания обеспечивает защиту людей на путях эвакуации от воздействия опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей, или всего времени развития и тушения пожара. Для включения системы противодымной защиты предусмотрена кнопка (оранжевого цвета), расположенная на каждом этаже в квартирном холле возле двери, ведущей в лифтовой холл. Пользоваться кнопками следует только в случаях пожарной опасности (для удаления дыма из поэтажных коридоров).

Автоматически при срабатывании пожарной сигнализации либо при нажатии кнопки ручного запуска срабатывает система противопожарной защиты: открываются клапаны на этажах (где произошёл пожар) и включаются

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР					24



вентиляторы (работа которых сопровождается шумом) для удаления дыма и создания подпора воздуха в шахты лифтов и лестничную клетку типа Н2.

### Система обнаружения пожара

В прихожих квартир установлены тепловые пожарные извещатели, которые включены в сеть адресной пожарной сигнализации дома. Информация о состоянии каждого извещателя выводится в диспетчерский пункт микрорайона.

В квартирных и лифтовых холлах предусмотрены дымовые пожарные извещатели, а также извещатель ручного запуска системы пожарной сигнализации (красного цвета).

При срабатывании пожарной сигнализации производится:

- Разблокировка дверей с электромагнитными замками (входная группа и лестничная клетка на 1 этаже);
- Запуск системы оповещения о пожаре;
- Отключение системы общеобменной вентиляции;
- Запуск системы противодымной защиты;
- Спуск лифтов на 1 этаж и их отключение.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

## 2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

## 2.1 Сбор нагрузок

Нагрузки и воздействия на здание определены согласно [2].

### 2.1.1 Временные равномерно распределенные нагрузки

Расчетное значение равномерно распределенной нагрузки определяется по формуле:

$$g = g^n \cdot \gamma_f, \quad (2.1)$$

где  $g^n$  - нормативное значение равномерно распределенной нагрузки;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке;

Нормативное значение равномерно распределенной нагрузки, для плиты перекрытия принимается в соответствии с [таблица 8.3, 2]. Коэффициент надежности по нагрузке, для равномерно распределенных нагрузок принимается в соответствии с [п. 8.2.7, 2].

Таблица 2.1 – Временные равномерно распределенные нагрузки

№ п/п	Назначение помещений	Нормативная нагрузка $g^n$ , кПа	Коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_f$	Расчетная нагрузка $g^n \cdot \gamma_f$ , кПа
1	Кухни, жилые комнаты, санузлы	1,5	1,3	1,95
2	Лестницы, общие коридоры	3,0	1,2	3,6
3	Лоджии, балконы (сплошная нагрузка)	2,0	1,2	2,4

### 2.1.2 Постоянные нагрузки

Собственный вес элементов каркаса учитывается при статическом расчете автоматически на основании введенных в расчетную программу данных о геометрических характеристиках и материалах конструкций с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f=1.1$ .

Нормативное значение веса конструкций пола определяется по проектным размерам и плотности материалов слоев по формуле:

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

$$g^n = \rho \cdot \delta, \quad (2.2)$$

где  $\rho$  – плотность материала слоя, кг/м<sup>3</sup>;

$\delta$ - толщина слоя, м;

Расчетное значение нагрузки определяется по формуле 2.1. Значение коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f$  для веса строительных конструкций принимается по [таблице 7.1, 2]. Для изоляционных, выравнивающих и отделочных слоев (плит, материалов в рулонах, засыпок, стяжек и т.п.), выполняемых на строительной площадке  $\gamma_f=1.3$ .

Таблица 2.2 – Равномерно распределенные нагрузки на перекрытие от конструкции пола

Наим. помещ-я	Слои	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Толщина, мм	Нормативная нагрузка $g_n$ , т/м <sup>2</sup>	Коэфф. надежности по нагрузке, $\gamma_f$	Расчетная нагрузка $g = g_n \cdot \gamma_f$ , т/м <sup>2</sup>
Лестнично-лифтовой холл	Цементно-песчаная стяжка	1800	55	0.099	1.3	0.129
	Клеящий состав	2000	5	0.01	1.3	0.013
	Чистый пол: Керамогранит	2600	10	0.026	1.3	0.034
	<b>Итого:</b>		<b>70</b>	<b>0.135</b>		<b>0.176</b>
Коридор жилого этажа	Цементно-песчаная стяжка	1800	70	0.126	1.3	0.164
	Клеящий состав	2000	5	0.01	1.3	0.013
	Чистый пол: Керамогранит	2600	10	0.026	1.3	0.034
	<b>Итого:</b>		<b>85</b>	<b>0.162</b>		<b>0.211</b>

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## Окончание таблицы 2.2

Наим. помещ-я	Слои	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Толщина, мм	Нормативная нагрузка g <sub>н</sub> , т/м <sup>2</sup>	Коэфф. надежности по нагрузке, γ <sub>f</sub>	Расчетная нагрузка g=g <sub>н</sub> *γ <sub>f</sub> , т/м <sup>2</sup>
Квартиры	Цементно-песчаная стяжка(1)	1800	70	0.126	1.3	0.164
	Гидроизоляция	1100	0	0		0
	Цементно-песчаная стяжка(2)	1800	15	0.027	1.3	0.035
	Клеящий состав	2000	5	0.01	1.3	0.013
	Чистый пол: Керамогранит	2600	10	0.026	1.3	0.034
		<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>0.189</b>	
Балконы жилья	Цементно-песчаная стяжка(1)	1800	60	0.108	1.3	0.14
	Утеплитель: пеноплекс	50	0	0		0
	Засыпка: песок	1600	0	0		0
	Стяжка: листы СМЛ	1750	0	0		0
	Гидроизоляция: 2 слоя	600	0	0		0
		<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>0.108</b>	

Значение коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f$  для каменных конструкций  $\gamma_f=1.1$  [таблица 7.1, 2].

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

Таблица 2.3 – Вертикальные линейные равномерно распределенные нагрузки

Тип стены	Слой	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Толщина, м	Средняя плотность, т/м <sup>3</sup>	Высота этажа	Нагрузка				
						По площади, т/м <sup>2</sup>			Линейная, т/м	
						при ширине полос, м	нормативная	расчетная	нормативная	расчетная
наружная 510	Кирпичная кладка	1.5	0.37	1.188	2.95	0.5	3.54	3.894	1.77	<b>1.947</b>
	Утеплитель $\gamma=100\text{кг/м}^3$	0.1	0.14			0.354	5	5.5		
	Штукатурка	2.127	0.015							
	Общ.		0.525							
наружная вдоль диафрагмы	Кирпичная кладка	1.5	0.12	0.727	2.95	0.39	1.485	1.634	0.579	<b>0.637</b>
	Утеплитель $\gamma=100\text{кг/м}^3$	0.1	0.15			0.24	2.413	2.654		
	Общ.		0.27							
Ограждение балкона с экраном	Кирпичная кладка	1.5	0.12	1.59	1.25				0.278	0.306
	Штукатурка	2.127	0.02			+ Стекло				
	-	0	0			Плотность, т/м <sup>3</sup>	Толщина, м	Высота остекления, м		
	-	0	0			2.6	0.015	1.7	0.066	0.0796
	Общ.		0.14							<b>0.386</b>

Наим. стены	Слои	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Толщина, м	Средняя плотность, т/м <sup>3</sup>	Высота этажа	Нагрузка				
						По площади, т/м <sup>2</sup>			Линейная, т/м	
						при ширине полосы, м	нормативная	расчетная	нормативная	расчетная
Ограждение балкона витраж	Стекло	2.6	0.015	2.6	2.95				0.115	0.138
	-	0	0			+ металлическое ограждение				
	-	0	0							
	-	0	0						0.05	0.055
	<b>Общ.</b>		0.015							<b>0.193</b>
120 мм+штукатурка с 1 стороны	Кирпичная кладка	1.5	0.12	1.59	2.95				0.656	<b>0.722</b>
	Штукатурка	2.127	0.02							
	<b>Общ.</b>		0.14							
250 мм	Кирпичная кладка	1.5	0.25	1.567	2.95				1.294	<b>1.424</b>
	Штукатурка	2.127	0.03							
	<b>Общ.</b>		0.28							
120 мм	Кирпичная кладка	1.5	0.12	1.625	2.95				0.719	<b>0.791</b>
	Штукатурка	2.127	0.03							
	<b>Общ.</b>		0.15							
стенки вентшахт	Кирпичная кладка	1.8	0.12	1.865	2.95				0.825	<b>0.908</b>
	Штукатурка	2.127	0.03							
	<b>Общ.</b>		0.15							

## 2.2 Расчет перекрытия в программном комплексе Лира

### 2.2.1 Построение расчетной модели

Цель расчета – определить усилия, возникающие при действии на перекрытие типового этажа расчетных нагрузок и требуемое армирование элементов.

Расчет перекрытия выполнен на основе пространственной расчетной схемы с использованием программного комплекса Лира-САПР 2016 R5. Расчет в Лира-САПР основан на методе конечных элементов. В принятой расчетной модели колонны, пилоны представлены стержневыми элементами общего вида (КЭ-10), плиты и стены представлены элементами плоской оболочки (КЭ-41, КЭ-44). Расчетная модель закреплена связями, которые препятствуют ее перемещению.

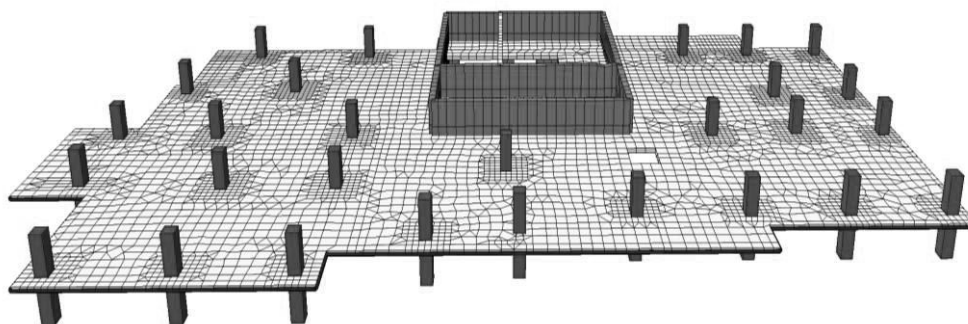


Рисунок 2.1 – Общий вид расчетной схемы перекрытия типового этажа в ПК Лира-САПР

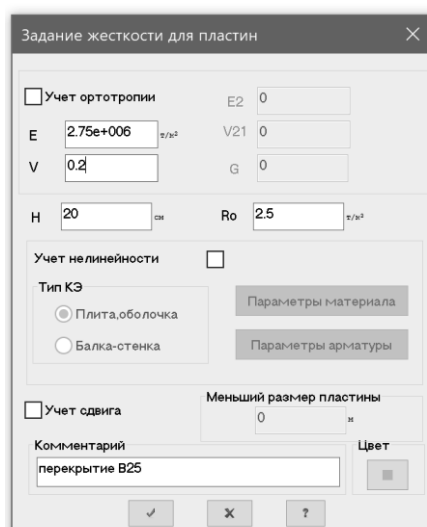


Рисунок 2.2 – Задание жесткости плиты перекрытия

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Собственный вес  
Мозаика q(плоск.) вдоль оси Z(G)  
Единицы измерения - т/м\*\*2

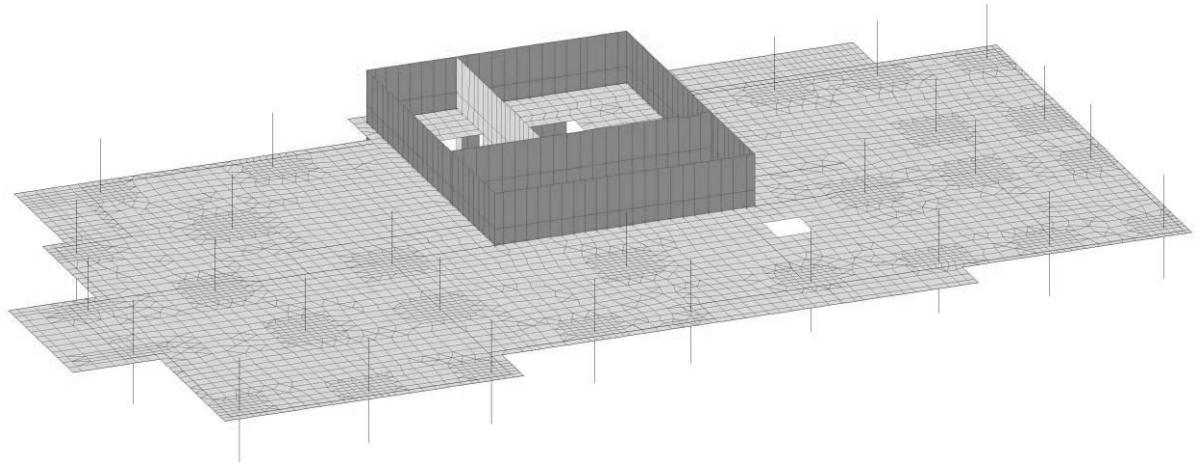


Рисунок 2.3 - Загрузка в Лира-САПР - собственный вес

Пол  
Мозаика q(плоск.) вдоль оси Z(G)  
Единицы измерения - т/м\*\*2

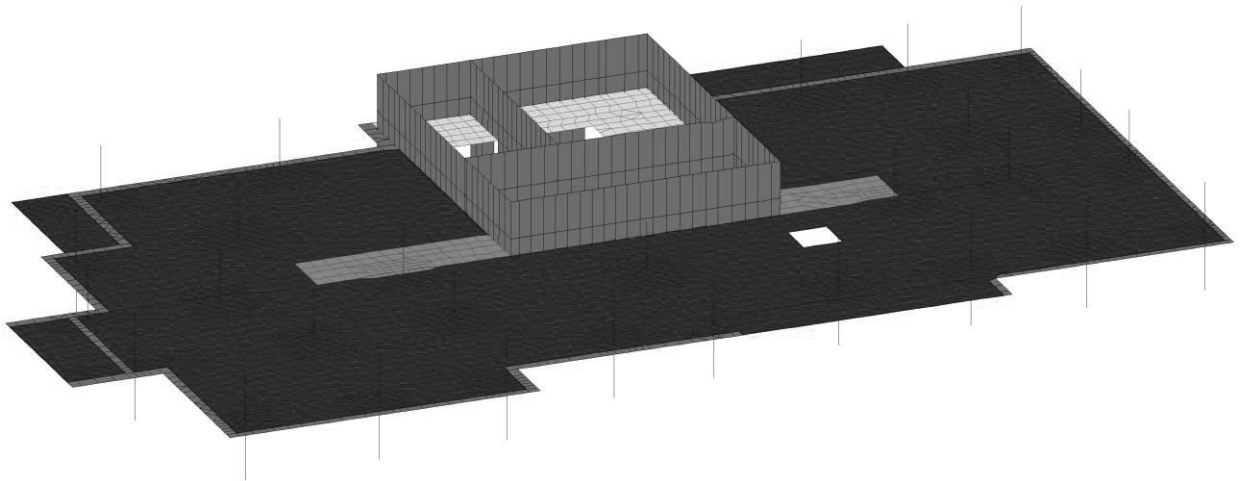


Рисунок 2.4 - Загрузка в Лира-САПР – пол

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

33

Балконы 200  
Мозаика q(плос.) вдоль оси Z(G)  
Единицы измерения - т/м\*\*2

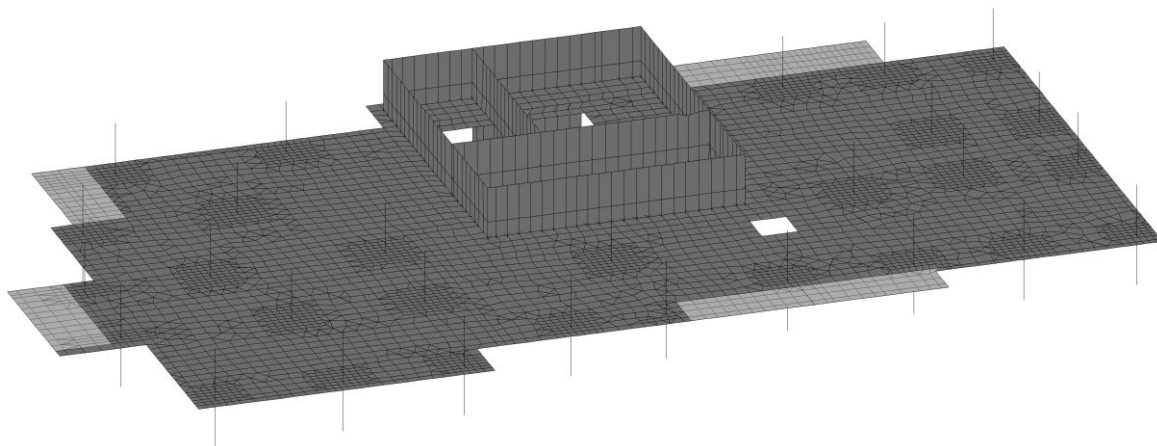


Рисунок 2.5 - Загрузка в Лира-САПР – балконы

Полезная  
Мозаика q(плос.) вдоль оси Z(G)  
Единицы измерения - т/м\*\*2

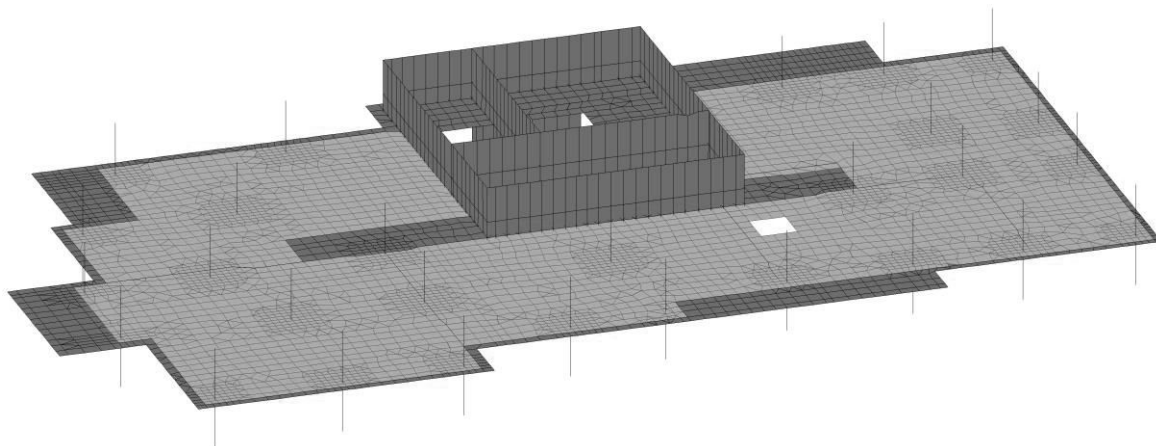


Рисунок 2.6 - Загрузка в Лира-САПР – полезная нагрузка (квартиры)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

34

Нагрузки на схему были приложены в виде загрузений. Сочетание загрузений принято на основании [2].

Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН: 1    Имя таблицы РСН: СНиП2.01.07-85\_1

Определяющие РСН

СНиП2.01.07-85\*

N загрж.	Наименование	Вид	Эквивалент	Взаимоискл.	Коз.ф. надлеж.	Доля длительн.	N	R	R1	R2	R3	брс1	брс2	брс3	брс4	брс5
1	1	Собственный вес	Постоянное(П)	+		1.1	1.0	0.91	1	1	0	0	1	1	1	1
2	2	Наружные стены	Постоянное(П)	+		1.1	1.0	0.91	1	1	0	0	0	0	0	0
3	3	Ограждения	Длительное(Д)	+		1.1	1.0	0.91	1	1	0	0	0	0	0	0
4	4	Пол	Длительное(Д)	+		1.3	1.0	0.77	1	1	0	0	0	0	0	0
5	5	Полытие	Длительное(Д)	+		1.3	1.0	0.77	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6	Перегородки распредел.	Длительное(Д)	+		1.1	1.0	0.91	1	1	0	0	0	0	0	0
7	7	Внутренние стены	Длительное(Д)	+		1.1	1.0	0.91	1	1	0	0	0	0	0	0
8	8	Полезная	Кратковременное(К)	+		1.2	35	0.833	1	1	0	0	1	1	1	1
9	9	Полезная эвакуационная	Кратковременное(К)	+		1.2	35	0.833	1	1	0	0	1	1	1	1
10	10	Полезная технологическая	Кратковременное(К)	+		1.2	35	0.833	1	1	0	0	1	1	1	1
11	11	Балконы 200	Кратковременное(К)	+		1.2	35	0.833	1	0	0	0	0	0	0	0
12	12	Балконы 400	Кратковременное(К)	+		1.2	35	0.7	0	1	0	0	0	0	0	0
13	13	Счет	Кратковременное(К)	+		1.4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	14	брс1	Кратковременное(К)	+		1.2	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0
15	15	брс2	Кратковременное(К)	+		1.2	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	16	брс3	Кратковременное(К)	+		1.2	1.0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
17	17	брс4	Кратковременное(К)	+		1.2	1.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18	18	брс5	Кратковременное(К)	+		1.2	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	19	брс5	Кратковременное(К)	+		1.2	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1 основное  
2 основное  
Особое (С)  
Особое (б/С)

ΣП+Д+К+К\*(К+Т)+М    Козффициенты

Добавить

Рисунок 2.7 – Таблица расчетных сочетаний нагрузок

### 2.2.2 Результаты расчета и их анализ

В результате расчета монолитной плиты перекрытия были определены напряжения  $M_x$  и  $M_y$  и перемещения по оси  $Z$ , которые представлены в виде изополей напряжений.

Максимальный прогиб по результатам расчетов составляет 3,04 мм, что меньше допустимого на консольном участке  $2 \cdot 1590 / 150 = 21,2$  мм [таблица Д.1,2].

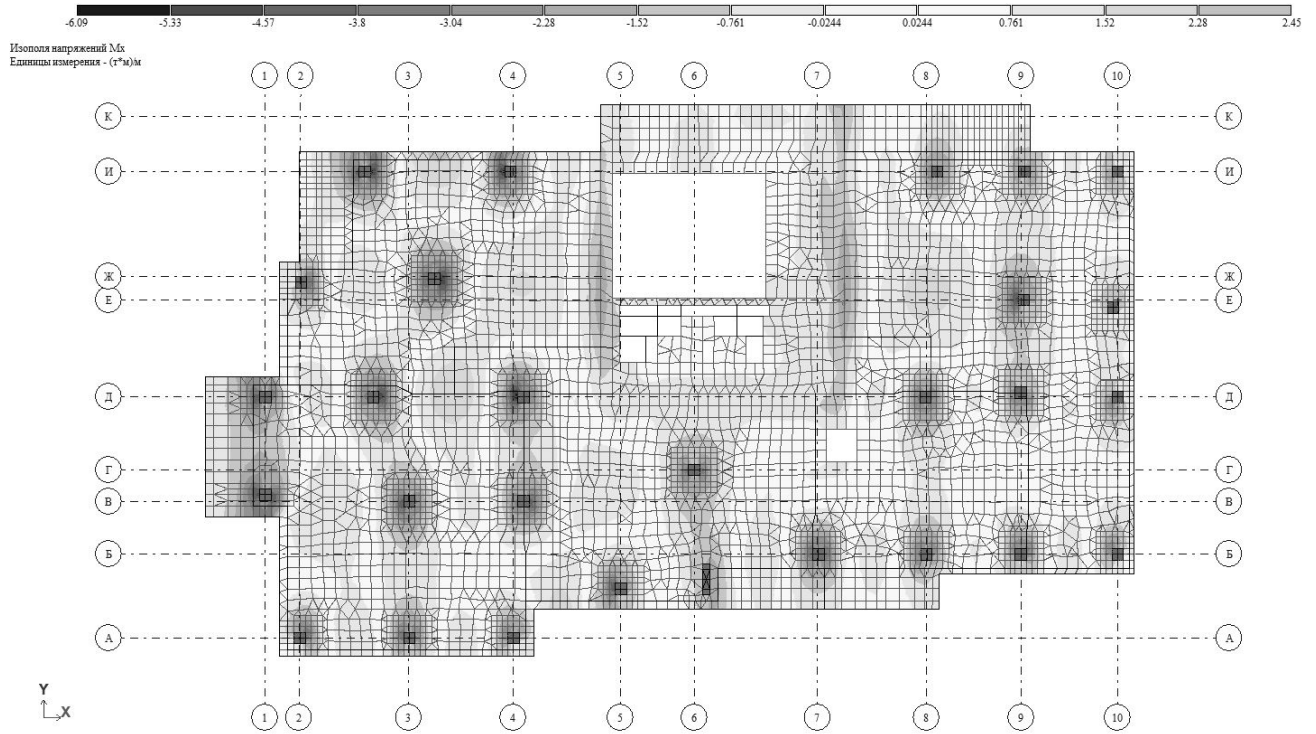


Рисунок 2.8 - Изополю напряжений  $M_x$

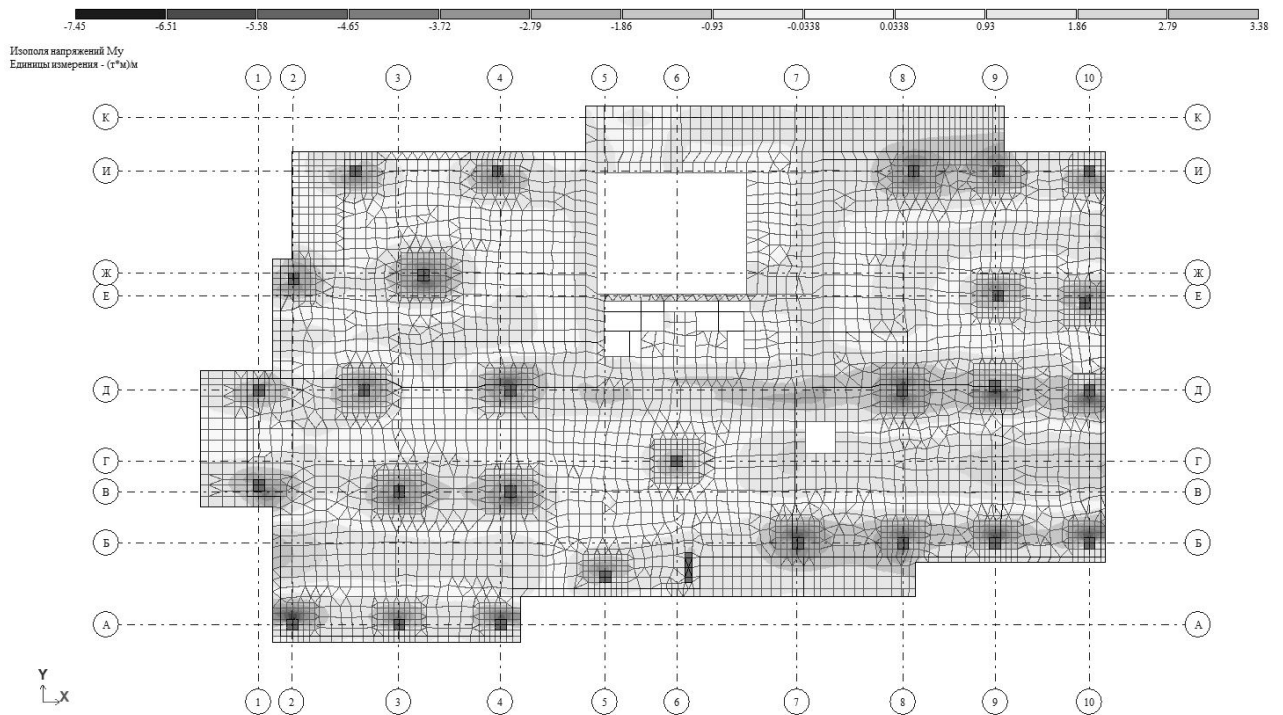


Рисунок 2.9 - Изополю напряжений  $M_y$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

36

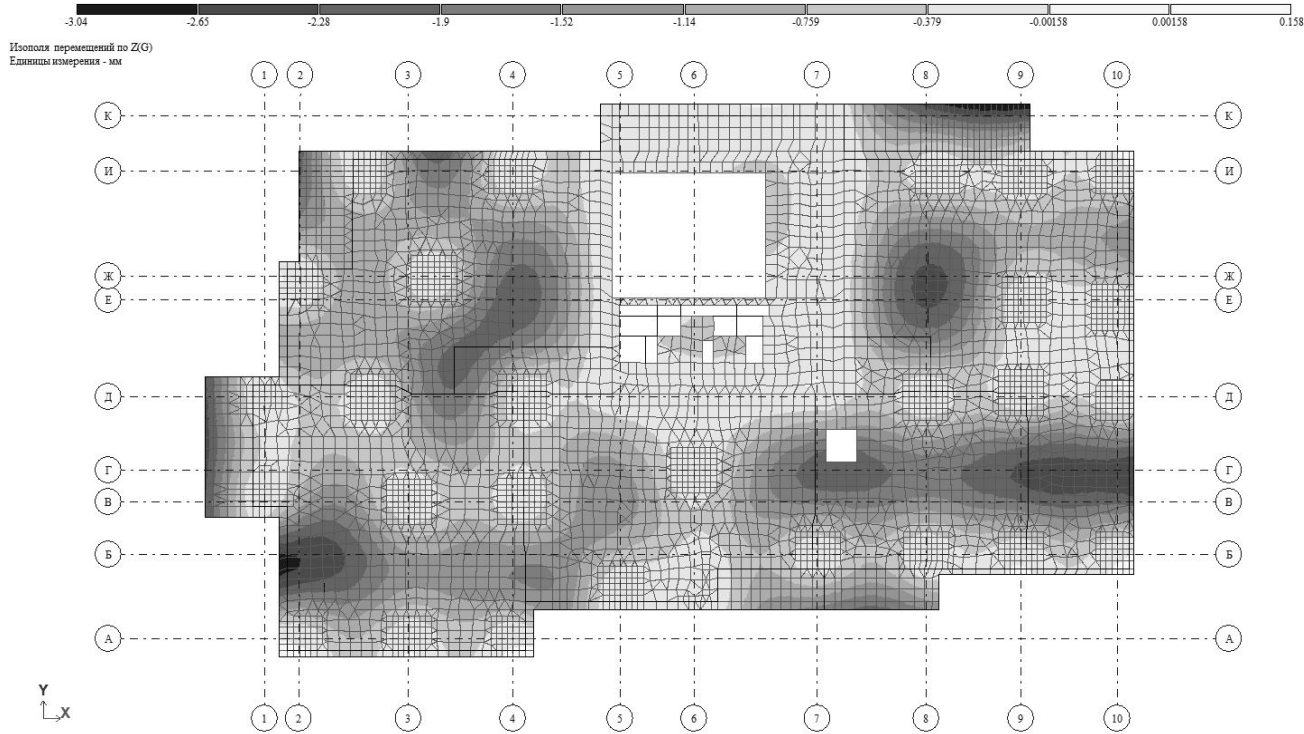


Рисунок 2.10 - Изополя перемещений по Z

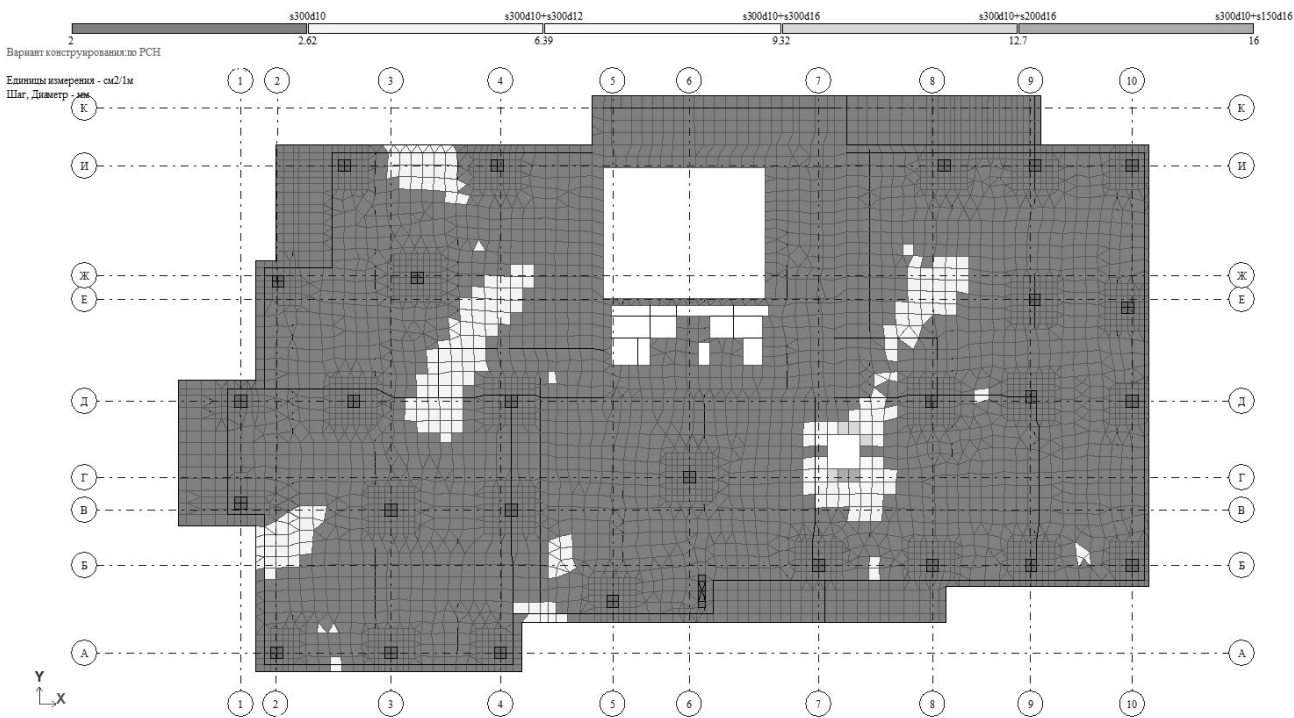


Рисунок 2.11 - Требуемая площадь нижней арматуры вдоль X

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

37

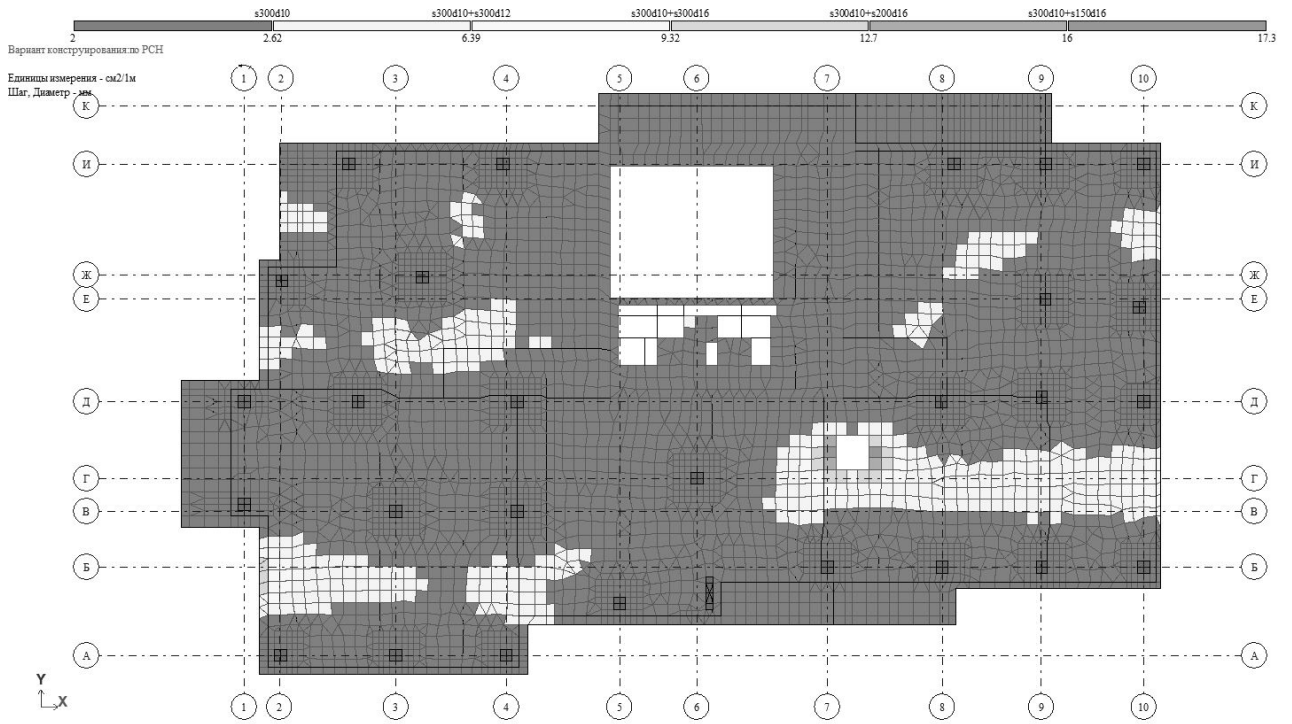


Рисунок 2.12 - Требуемая площадь нижней арматуры вдоль Y

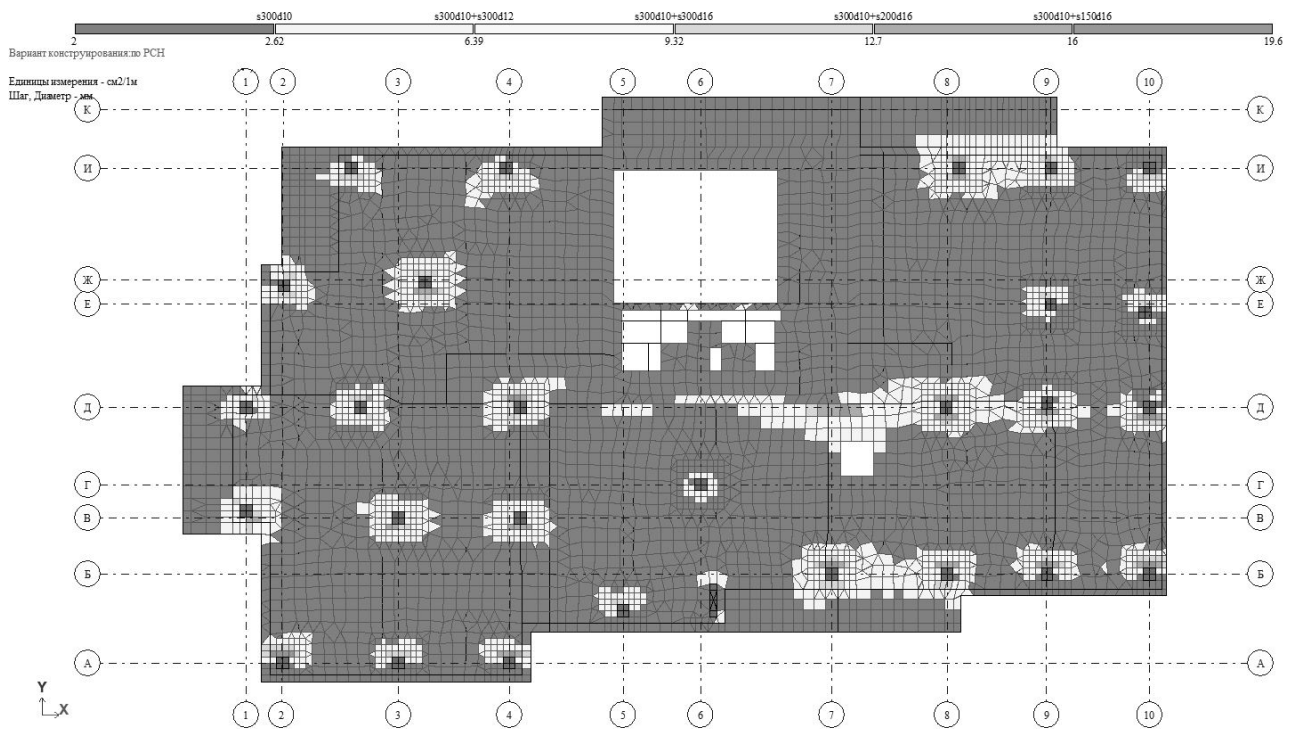


Рисунок 2.13 - Требуемая площадь верхней арматуры вдоль Y

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

38

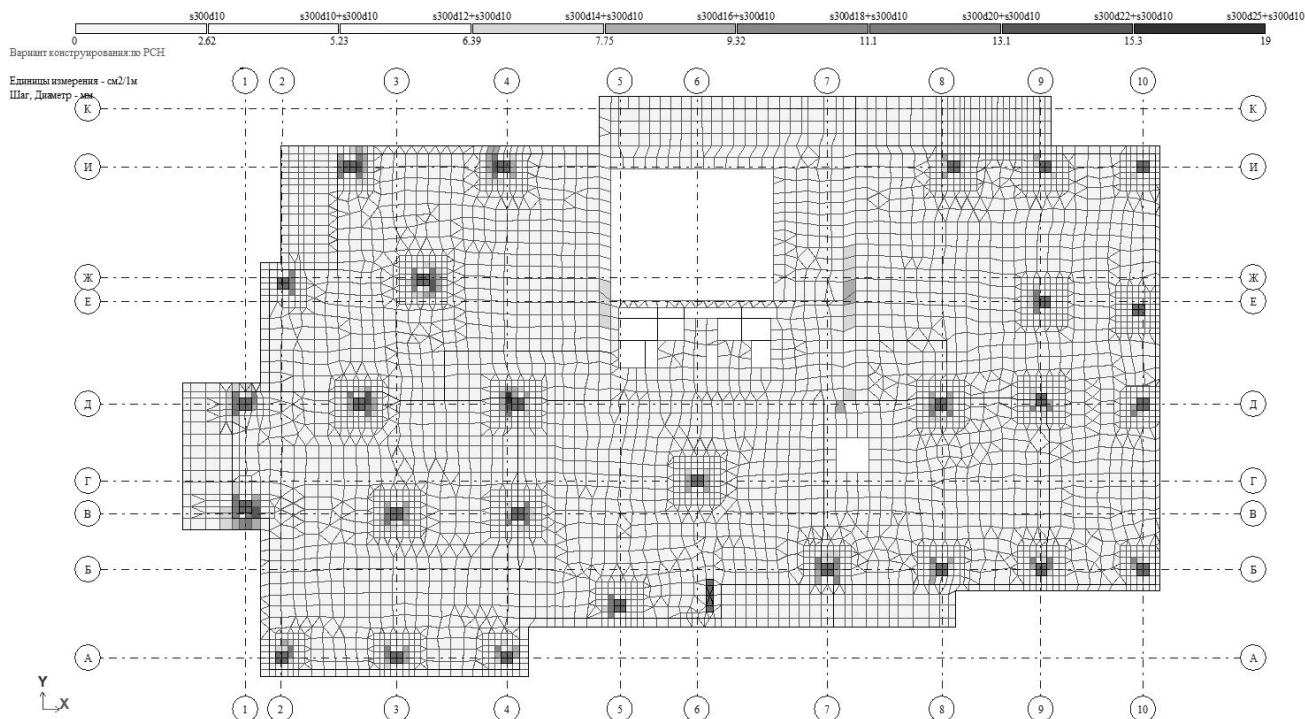


Рисунок 2.14 - Требуемая площадь верхней арматуры вдоль X

На рисунках 11-14 приведены схемы армирования плиты типового этажа, на которых показана требуемая расчетная площадь арматуры. Плиты армируются верхней и нижней сплошными вязаными сетками из d10, между стержнями основной стеки раскладывается дополнительная арматура d12, d16, d10.

### 2.3 Расчет плиты перекрытия на продавливание

Расчет выполняется в соответствии с [14]. Расчет на продавливание плиты перекрытия производится при действии на нее нормально к плоскости местных концентрированно приложенных усилий – сосредоточенной силы и изгибающего момента.

При расчете рассматривается поперечное сечение, расположенное вокруг зоны передачи усилий на элемент на расстоянии  $h_0/2$  нормально к его продольной оси, по поверхности которого действуют касательные усилия от сосредоточенной силы и изгибающего момента.

Действующие касательные усилия по площади расчетного поперечного сечения должны быть восприняты бетоном с сопротивлением бетона осевому

растяжению  $R_{bt}$  и расположенной по обе стороны от расчетного поперечного сечения на расстоянии  $h_0/2$  поперечной арматурой с сопротивлением поперечной арматуры растяжению  $R_{sw}$ .

*Исходные данные:*

Сечение колонны 400x400 мм

Перекрытие толщиной 200 мм, бетон класса В25 ( $R_{bt}=1,05$  МПа= $0,105$  кН/см<sup>2</sup> =  $107,1$  тс/м<sup>2</sup>)

Нагрузки:

$N=37$  т= $362,8$  кН;

$M_x=0,0607$  т\*м= $0,67$  кН\*м;

$M_y=0,898$  т\*м= $8,95$  кН\*м;

Рабочая высота сечения  $h_0=15,6$  см.

Расчет элементов без поперечной арматуры на продавливание при совместном действии сосредоточенных силы и изгибающего момента производят из условия:

$$\frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult}} \leq 1, \quad (2.3)$$

где  $F$ ,  $M_x$  и  $M_y$  - сосредоточенные сила и изгибающие моменты в направлениях осей  $X$  и  $Y$ , учитываемые при расчете на продавливание, от внешней нагрузки.

Сосредоточенный момент  $M$ , учитываемый в условии (2.3), равен половине сосредоточенного момента от внешней нагрузки  $M_{loc}$ .

$F_{b,ult}$ ,  $M_{bx,ult}$ ,  $M_{by,ult}$  - предельные сосредоточенные сила и изгибающие моменты в направлениях осей  $X$  и  $Y$ , которые могут быть восприняты бетоном в расчетном поперечном сечении при их раздельном действии.

Усилие  $F_{b,ult}$  определяют по формуле:

$$F_{b,ult} = R_{bt} \cdot A_b, \quad (2.4)$$

где  $A_b$  - площадь расчетного поперечного сечения, расположенного на расстоянии  $0,5h_0$  от границы площади приложения сосредоточенной силы  $F$  с рабочей высотой сечения  $h_0$ .

Площадь  $A_b$  определяют по формуле:

$$A_b = u \cdot h_0, \quad (2.5)$$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40



где  $u$  - длина контура замкнутого расчетного сечения, равная

$$u = 2 \cdot (L_x + L_y), \quad (2.6)$$

где  $L_x$  и  $L_y$  - размеры контура расчетного поперечного сечения.

$h_0$  - приведенная рабочая высота сечения  $h_0 = 0,5(h_{0x} + h_{0y})$ , здесь  $h_{0x}$  и  $h_{0y}$  - рабочая высота сечения для продольной арматуры, расположенной в направлении осей  $X$  и  $Y$ .

Предельный изгибающий момент  $M_{b,ult}$  определяют при действии момента соответственно в плоскости оси  $X$  и в плоскости оси  $Y$  по формуле:

$$M_{b,ult} = R_{bt} \cdot W_b \cdot h_0, \quad (2.7)$$

где  $W_b$  - момент сопротивления расчетного контура поперечного сечения. При прямоугольной площадке опирания и замкнутом контуре расчетного поперечного сечения значение  $W_b$  определяют по формуле:

$$W_b = (a + h_0) \cdot ((a + h_0)/3 + b + h_0) \quad (2.8)$$

Если условие 2.3 не выполняется, то в элементах устанавливают поперечную арматуру.

Расчет элементов с поперечной арматурой на продавливание при совместном действии сосредоточенных силы и изгибающего момента производят из условия:

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult} + M_{sw,x,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult} + M_{sw,y,ult}} \leq 1, \quad (2.9)$$

где  $F_{sw,ult}$ ,  $M_{sw,x,ult}$  и  $M_{sw,y,ult}$  - предельные сосредоточенные сила и изгибающие моменты в направлениях осей  $X$  и  $Y$ , которые могут быть восприняты поперечной арматурой при их раздельном действии.

Значения  $F_{b,ult} + F_{sw,ult}$ ,  $M_{bx,ult} + M_{sw,x,ult}$ ,  $M_{by,ult} + M_{sw,y,ult}$  в условии (2.9) принимают не более соответственно  $2 F_{b,ult}$ ,  $2 M_{bx,ult}$ ,  $2 M_{by,ult}$ .

Усилие  $F_{sw,ult}$ , воспринимаемое поперечной арматурой, нормальной к продольной оси элемента и расположенной равномерно вдоль контура расчетного поперечного сечения, определяют по формуле

$$F_{sw,ult} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot u, \quad (2.10)$$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

где  $q_{sw}$  - усилие в поперечной арматуре на единицу длины контура расчетного поперечного сечения, расположенной в пределах расстояния  $0,5h_0$  по обе стороны от контура расчетного сечения

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S_w}, \quad (2.11)$$

где  $A_{sw}$  - площадь сечения поперечной арматуры с шагом  $S_w$ , расположенная в пределах расстояния  $0,5h_0$  по обе стороны от контура расчетного поперечного сечения по периметру контура расчетного поперечного сечения;

Усилие  $M_{sw,ult}$ , воспринимаемое поперечной арматурой, нормальной к плоскости элемента и расположенной равномерно вдоль контура расчетного сечения, определяют по формуле:

$$M_{sw,ult} = 0,8q_{sw}W_{sw}, \quad (2.12)$$

Значения моментов сопротивления поперечной арматуры при продавливании  $W_{sw,x(y)}$  при равномерном расположении поперечной арматуры вдоль контура расчетного поперечного сечения значение принимается равным соответствующим значениям  $W_{bx}$  и  $W_{by}$ .

За границей расположения поперечной арматуры расчет на продавливание производят аналогично, рассматривая контур расчетного поперечного сечения на расстоянии  $0,5h_0$  от границы расположения поперечной арматуры.

*Расчет:*

Определяем геометрические характеристики контура расчетного поперечного сечения:

Периметр:

$$u = 2 \cdot (a + b + 2h_0)$$

$$u = 2 \cdot (0,4 + 0,4 + 2 \cdot 0,156) = 2,224 \text{ м}$$

Момент сопротивления в направлениях моментов  $M_x$  и  $M_y$ :

$$W_b = W_{b,x} = W_{b,y} = (40 + 15,6) \cdot ((40 + 15,6)/3 + 40 + 15,6) = 4122 \text{ см}^2.$$

Площадь расчетного поперечного сечения:

$$A_b = 2,224 \cdot 0,156 = 0,3469 \text{ м}^2$$

Предельная сосредоточенная сила:

$$F_{b,ult} = 0,105 \cdot 3469 = 364,245 \text{ кН}$$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

Предельные изгибающие моменты в направлениях осей X и Y:

$$M_{bx,ult} = M_{by,ult} = 0,105 \cdot 4122 \cdot 15,6 = 6751,8 \text{ кН*см}$$

Проверяем условие:

$$\frac{362,8}{364,245} + \frac{0,67}{67,518} + \frac{8,95}{67,518} = 1,14 > 1$$

т.е условие не выполняется и необходимо установить в плите поперечную арматуру.

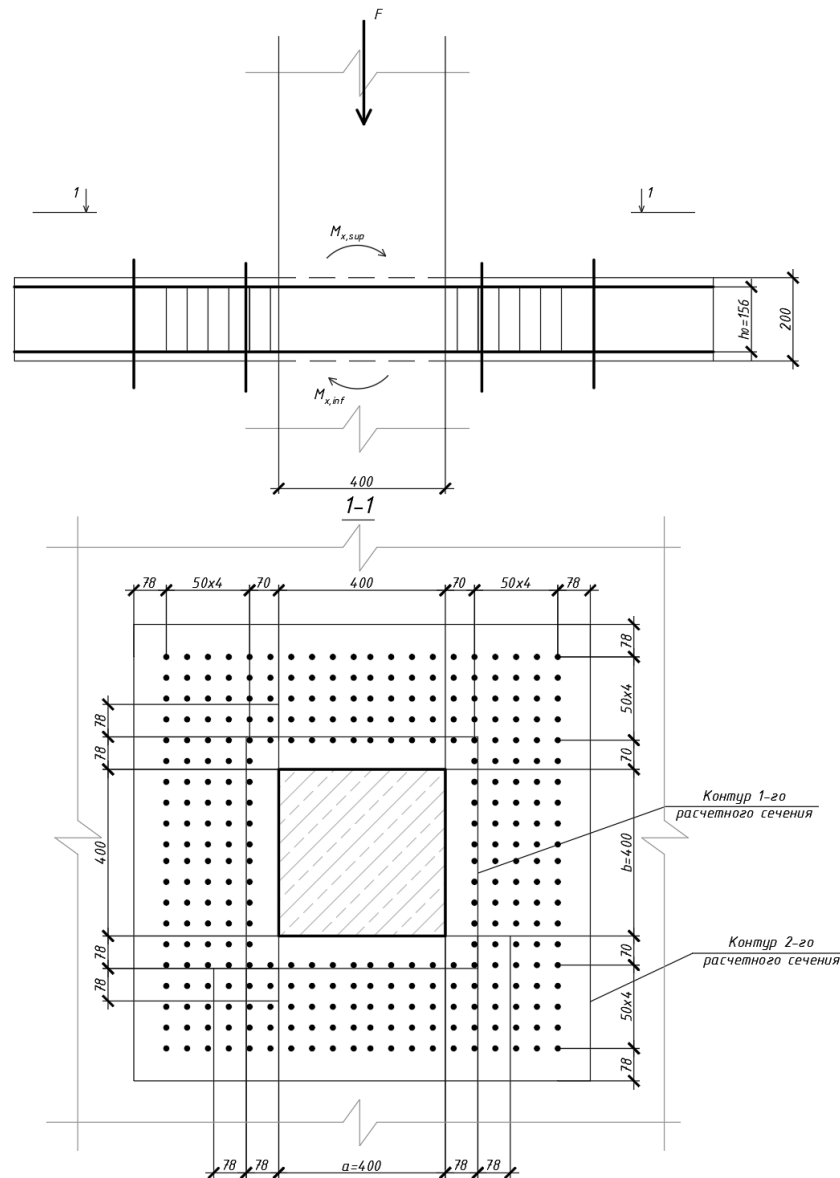


Рисунок 2.15 – Расчет плиты перекрытия на продавливание

Принимаем согласно [требования 5.26, 14] шаг поперечных стержней  $S=50 \text{ мм} < h_0/3=156/3=52 \text{ мм}$ , 1-й ряд стержней располагаем на расстоянии от колонны  $70 \text{ мм}$ , поскольку  $70 \text{ мм} < h_0/2=156/2=78 \text{ мм}$  и  $75 \text{ мм} > h_0/3=52 \text{ мм}$ . Тогда в пределах на расстоянии  $0,5h_0=78 \text{ мм}$  по обе стороны от контура расчетного поперечного сечения может разместиться в одном сечении 2 стержня.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Принимаем стержни из арматуры класса А240 ( $R_{sw}=170$  МПа= $17$  кН/см<sup>2</sup>) минимального диаметра 6 мм.

Тогда  $A_{sw}=0,57$  см<sup>2</sup>

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_w} = \frac{17 \cdot 0,57}{5} = 1,938 \text{ кН/см}$$

$$F_{sw,ult} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot u = 0,8 \cdot 1,938 \cdot 222,4 = 344,8 \text{ кН}$$

Так как поперечная арматура расположена равномерно вдоль контура продавливания в пределах зоны, границы которой отстоят на расстоянии  $h_0/2$  в каждую сторону от контура продавливания бетона принимаем  $W_{sw}=W_b$

$$M_{sw,x,ult} = M_{sw,y,ult} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot W_{sw} = 0,8 \cdot 1,938 \cdot 4122 = 6391 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Проверяем условие:

$$\frac{362,8}{364,245 + 344,8} + \frac{0,67}{67,518 + 63,91} + \frac{8,95}{67,518 + 63,91} = 0,58 < 1$$

Т.е. прочность расчетного сечения с учетом установленной поперечной арматуры обеспечена.

Проверяем прочность расчетного сечения с контуром на расстоянии  $0,5h_0$  за границей расположения поперечной арматуры. Согласно [требования 5.26, 14] последний ряд поперечных стержней располагается на расстоянии от грузовой площадки (т.е. от колонны), равном  $70+4 \cdot 50=270$  мм  $>$   $1,5h_0=1,5 \cdot 156=234$  мм. Тогда контур нового расчетного сечения имеет размеры:

$$a=b=40+2 \cdot 27+15,6=109,6 \text{ см.}$$

Его геометрические характеристики:

$$u=2 \cdot (109,6+109,6+2 \cdot 15,6)=500,8 \text{ см;}$$

$$W_b = W_{b,x} = W_{b,y} = (109,6+15,6) \cdot ((109,6 + 15,6)/3 + 109,6 + 15,6) = 21235 \text{ см}^2.$$

$$M_{bx,ult} = M_{by,ult} = 0,105 \cdot 21235 \cdot 15,6 = 34783 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$F_{b,ult} = 0,105 \cdot 504,8 \cdot 15,6 = 827 \text{ кН}$$

Проверяем выполнение условия 2.3. При этом пренебрегаем «в запас» уменьшением продавливающей силы  $F$  за счет нагрузки, расположенной на участке с размерами  $(a+h_0) \times (b+h_0)$  вокруг колонны.

$$\frac{362,8}{827} + \frac{0,67}{34,783} + \frac{8,95}{34,783} = 0,72 < 1,$$

Т.е. прочность этого сечения обеспечена.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР				44

### **3 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

### 3.1 Подсчет объемов и трудоемкости работ. Составление калькуляции трудовых затрат

Таблица 3.1 – Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работы	Ед. изм	Объем работ	Примечание
1	Установка колонн	шт	26	без капителей
2	Заделка стыков колонн	1 стык	26	
3.1	Установка и вязка арматуры диафрагмы жесткости отдельными стержнями	т	2.6	Ø до 18 мм
3.2	Установка арматурных сеток диафрагмы жесткости	1 сетка/каркас	120	вручную, масса до 50 кг
4.1	Установка и вязка арматуры пилона отдельными стержнями	т	0.06	Ø до 12 мм
4.2	Установка и вязка арматуры пилона отдельными стержнями	т	0.3	Ø св. 26 мм
5	Установка опалубки диафрагмы жесткости	м <sup>2</sup>	309.6	
6	Установка опалубки пилона	м <sup>2</sup>	9.2	периметр сечения 2920 мм
7.1	Бетонирование диафрагмы жесткости. Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м <sup>3</sup>	0.39	
7.2	Укладка бетонной смеси в диафрагму жесткости	м <sup>3</sup>	39	толщина 250 мм
8.1	Бетонирование пилона. Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м <sup>3</sup>	0.0095	
8.2	Укладка бетонной смеси в пилон	м <sup>3</sup>	0.95	наименьшая сторона попер. сечения. 250 мм
9	Разборка опалубки диафрагмы жесткости	м <sup>2</sup>	309.6	
10	Разборка опалубки пилона	м <sup>2</sup>	9.2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

46

11.1	Устройство поддерживающих лесов опалубки плиты перекрытия	100 м стоек	8.6	высота до 6м
11.2	Установка опалубки плиты перекрытия	м <sup>2</sup>	530.6	
12.1	Установка и вязка арматуры плиты перекрытия отдельными стержнями	т	5.95	Ø до 12 мм
12.2	Установка и вязка арматуры плиты перекрытия отдельными стержнями	т	2.38	Ø до 18 мм
12.3	Установка арматурных сеток и каркасов плиты перекрытия	1 сетка/каркас	1181	масса до 20 кг
13.1	Бетонирование плиты перекрытия. Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м <sup>3</sup>	0.976	
13.2	Укладка бетонной смеси в плиту перекрытия	м <sup>3</sup>	97.6	
14	Поливка бетонной поверхности водой	100 м <sup>2</sup>	0.53	
15	Разборка опалубки плиты перекрытия	м <sup>2</sup>	530.6	

Трудоемкость определяется по формуле:

$$T = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n \cdot N_{вр} \cdot V}{8}, \quad (3.1)$$

где  $k_1 \dots k_n$  – поправочные коэффициенты;

$N_{вр}$  – норма времени;

V – объем выполняемых работ;

8 – количество часов в одной смене.

*Пример расчета трудоемкости на укладку бетонной смеси в плиту перекрытия:*

1. Сборник Е4. Выпуск 1, т.к. устройство монолитной железобетонной конструкции.
2. Раздел Е4-1-49Б, так как элемент каркасных конструкций.
3. Безбалочное перекрытие при площади между осями колонн до 20м<sup>2</sup>.
4. Состав звена: бетонщик 4 разряда -1, 2 разряда-1;  
n=2 человека.
5. Норма времени: Н<sub>вр</sub>= 0,69 чел-часов.
6. Объем работ: V=97,6 м<sup>3</sup>.
7. Поправочные коэффициенты к норме времени:
  - 1) по общей части ЕНиР: для работ, выполняемых не в холодный период года k<sub>1</sub>=1;
  - 2) Вводная часть Е4: рассматривается типовой этаж с высотой производства работ менее 15 метров, k<sub>2</sub>=1;  
При производстве работ на высоте более 15 метров умножать: до 20м на 1,05, до 30 м на 1,1, до 40 м на 1,2, свыше 40 метров на 1,3.
  - 3) Техническая часть ко 2 разделу: поправочных коэффициентов не предусмотрено, работа машинистов крана нормами настоящего раздела не предусмотрена, k<sub>3</sub>=1;
  - 4) Примечания к таблице, относящиеся к выполняемой работе отсутствуют, k<sub>4</sub>=1;

Определяем трудоемкость:

$$T = \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,69 \cdot 97,6}{8} = 8,42 \text{ чел} - \text{см.}$$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48



Таблица 3.2– Калькуляция трудовых затрат

№ п/п	Наименование работы	Ед. изм	Объем работ	Обосн-е ЕНиР	Н.вр, чел-час	Трудоем-ность, чел-см	Состав звена
1	Установка колонн	шт	26	Е4-1-4Б	4.8	15.60	Монтажник: 5р.-1, 4р.-1, 3р.-2, 2р.-1, машинист бр.-1
2	Заделка стыков колонн	стык	26	Е4-1-25А	0.81	2.63	Плотник: 4р.-1, 3р.-1, Монтажник: 4р.-1, 3р.-1
3.1	Установка и вязка арматуры диафрагмы стержнями Ø до 18 мм	т	2.6	Е4-1-46	15	4.88	Арматурщик: 5р.-1, 2р.-1
3.2	Установка арматурных сеток диафрагмы жесткости	1 сетка/каркас	120	Е4-1-44Б	0.24	3.60	Арматурщик: 3р.-1, 2р.-2
4.1	Установка и вязка арматуры пилона стержнями Ø до 12 мм	т	0.06	Е4-1-46	16	0.12	Арматурщик: 5р.-1, 2р.-1
4.2	Установка и вязка арматуры пилона стержнями Ø св. 26 мм	т	0.3	Е4-1-46	6.8	0.26	Арматурщик: 5р.-1, 2р.-1
5	Установка опалубки диафрагмы жесткости	м2	309.6	Е4-1-37Б	0.28	10.84	Слесарь: 4р.-1, 3р.-2
6	Установка опалубки пилона	м2	9.2	Е4-1-34Б	0.4	0.46	Плотник: 4р.-1, 2р.-1
7.1	Бетонирование диафрагмы жесткости. Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м3	0.39	Е4-1-48В	18	0.88	Слесарь: 4р.-1, бетонщик: 2р.-1,
7.2	Укладка бетонной смеси в диафрагму жесткости	м3	39	Е4-1-49В	1.2	5.85	Бетонщик 4р.-1, 2р.-1
8.1	Бетонирование пилона. Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м3	0.0095	Е4-1-48В	18	0.02	Слесарь: 4р.-1, бетонщик: 2р.-1,

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

49

## Окончание таблицы 3.2

8.2	Укладка бетонной смеси в пилон	м3	0.95	E4-1-49Б	2.2	0.26	Бетонщик 4р.-1, 2р.-1
9	Разборка опалубки диафрагмы жесткости	м2	309.6	E4-1-37Б	0.11	4.26	Слесарь: 3р.-1, 2р.-2
10	Разборка опалубки пилона	м2	9.2	E4-1-34Б	0.15	0.17	Плотник: 3р.-1, 2р.-1
11.1	Устройство поддерживающих лесов опалубки плиты перекрытия	100 м стоек	8.6	E4-1-33	7.8	8.39	Плотник: 4р.-1, 3р.-2
11.2	Установка опалубки плиты перекрытия	м2	530.6	E4-1-34Г	0.22	14.59	Плотник: 4р.-1, 2р.-1
12.1	Установка и вязка арматуры плиты перекрытия стержнями $\varnothing$ до 12 мм	т	5.95	E4-1-46	21	15.62	Арматурщик: 4р.-1, 2р.-1
12.2	Установка и вязка арматуры плиты перекрытия стержнями $\varnothing$ до 18 мм	т	2.38	E4-1-46	14	4.17	Арматурщик: 4р.-1, 2р.-1
12.3	Установка арматурных сеток и каркасов плиты перекрытия	1 сетка/каркас	1181	E4-1-44Б	0.17	25.10	Арматурщик: 3р.-1, 2р.-2
13.1	Бетонирование плиты перекрытия. Подача бетонной смеси бетононасосами	100 м3	0.976	E4-1-48В	18	2.20	Слесарь: 4р.-1, бетонщик: 2р.-1,
13.2	Укладка бетонной смеси в плиту перекрытия	м3	97.6	E4-1-49Б	0.69	8.42	Бетонщик 4р.-1, 2р.-1
14	Поливка бетонной поверхности водой	100 м2	0.53	E4-1-54	0.14	0.01	Бетонщик 2р.-1
15	Разборка опалубки плиты перекрытия	м2	530.6	E4-1-34Г	0.09	5.97	Плотник: 3р.-1, 2р.-1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

50

## 3.2 Выбор основных машин и механизмов

### 3.2.1 Башенный кран

Для монтажа сборных железобетонных конструкций, подачи опалубочных щитов, арматуры применяется башенный кран. Выбор крана осуществляется по трем основным характеристикам: грузоподъемности, высоте подъема крюка и вылету стрелы.

1. Требуемая грузоподъемность крана  $Q_k$  определяется по формуле:

$$Q_k = m_3 \cdot k_3 + m_{oc} \cdot k_3 + m_{гр} \cdot k_3, \quad (3.2)$$

где  $m_3$  — масса наиболее тяжелого монтируемого элемента, т;

$m_{oc}$  — масса установленной на элементе оснастки, т,  $m_{oc} = 0$ ;

$m_{гр}$  — масса грузозахватных устройств,  $m_{гр} = 0,1$  т;

$k_3$  — коэффициент запаса, для железобетонных конструкций  $k_3 = 1,2$ , для металлических  $k_3 = 1,1$ ;

Самым тяжелым монтируемым элементом является сборная колонна массой  $m_3 = 3,8$  т.

$$Q_k = 3,8 \cdot 1,2 + 0,1 \cdot 1,1 = 4,67 \text{ т} \quad (3.3)$$

2. Высоту подъема крюка над уровнем стоянки определяют по формуле:

$$H_k = \Delta h + h_3 + h_3 + h_{стр}, \quad (3.4)$$

где  $\Delta h$  — превышение низа элемента над уровнем стоянки, м;

$h_3$  — запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа, м (примем 0,5 м);

$h_3$  — высота или толщина монтируемого элемента, м;

$h_{стр}$  — высота строповки, м.

$$H_k = 56,57 + 0,5 + 0,6 + 1,1 = 58,77 \text{ м}$$

3. Необходимый вылет стрелы крана ( $L_k$ )

Необходимый вылет стрелы крана ( $L_k$ ) — расстояние от оси поворота крана до центра тяжести конструкции. Определяется максимально необходимый и минимально возможный вылет. При этом монтаж необходимо производить на минимальном вылете. Кран подбирается по максимальной грузоподъемности и максимальном вылете стрелы. Вылет стрелы определяется по формуле:

$$L_k = a/2 + b + c, \quad (3.5)$$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

где  $b$  – безопасное расстояние от оси рельса до выступающей части здания (задний габарит + 1 м);

$a$  – ширина подкрановых путей;

$c$  – расстояние от выступающей части здания до центра тяжести элемента

$$L_k = 4,8 + 1 + 17,9 = 23,7 \text{ м}$$

Вывод: по результатам расчета основных параметров принимаем башенный кран КБ-408.21 с использованием наклонной стрелы.

Таблица 3.3 – Технические характеристики крана КБ-408.21

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	
Грузоподъемность	10 тонн
Грузовой момент	180 тм
Вылет стрелы	30, 35, 40 м
Глубина опускания	5 м
Частота вращения крана	0,65 об./мин
База	7,5 м
Колея	7,5 м
Высота подъема крюка	54,0-72,7 м
Скорость :	
подъема (опускания) груза	30,40 м/мин
Посадки груза	4,8 м/мин
Передвижения крана	12,8 м/мин
Передвижения грузовой тележки	30 м/мин

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КРАН БАШЕННЫЙ  
КБ-408.21**

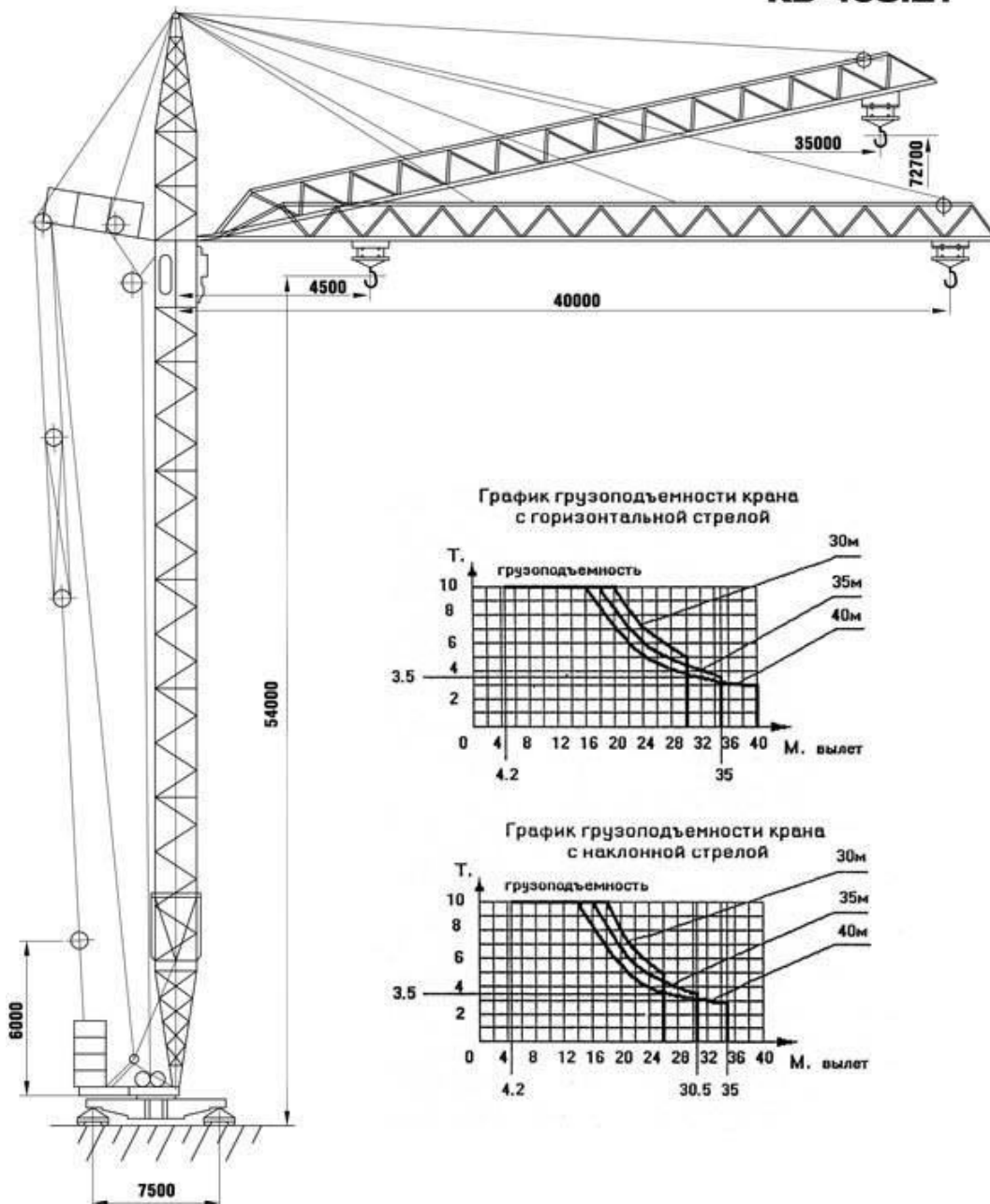


Рисунок 3.1 – График грузоподъемности крана КБ-408.21

### 3.2.2 Бетононасос

Бетонирование монолитного каркаса выполняется с применением бетононасоса БН-80, который предназначен для приема бетонной смеси от автобетоносмесителя и транспортирования ее по бетонопроводу в горизонтальном и вертикальном направлении к месту использования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рисунок 3.2 – Бетононасос БН-80

Таблица 3.4– Технические характеристики бетононасоса БН-80

Основные характеристики бетононасоса	
Тип насоса	поршневой гидравлический
Производительность, м <sup>3</sup> /час	до 80
Давление на смесь, бар	до 75
Высота подачи, м	до 100
Дальность подачи, м	до 500
Диаметр подключаемого бетонопровода, мм	125

### 3.2.3 Бетонораспределительная стрела

Подача бетонной смеси в распределительную конструкцию осуществляется бетонораспределительной стрелой Putzmeister MX с радиусом 32 метра и 4 секциями распределительной стрелы. Распределительная стрела устанавливается в технологическом проеме, а после окончания монолитных работ демонтируется башенным краном.



Рисунок 3.3 – Бетонораспределительная стрела Putzmeister MX

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

### 3.3 Описание технологии производства работ

Работы по возведению каркаса типового этажа здания необходимо выполнять в следующем порядке:

1. Установка сборных колонн;
2. Устройство монолитного пилона и монолитной диафрагмы;
3. Устройство монолитного перекрытия;

Возведение последующего этажа разрешается начинать только после завершения всех работ на предыдущем этаже.

Все работы по устройству конструкций здания необходимо выполнять согласно требованиям [15] и в соответствии с проектными чертежами.

#### 3.3.1 Указания по устройству монолитного перекрытия

До начала работ необходимо освободить место от неиспользуемых инструментов и материалов и расчистить основание для стоек опалубки перекрытия.

*Опалубочные работы:*

1. Подача опалубки в зону монтажа.
2. Разметка основания под шаг основных стоек с использованием мела и рулетки;
3. Укрупнительная сборка и установка основных стоек с треногами и универсалами, установка связей по этим стойкам; стойки настраиваются таким образом, чтобы после монтажа палуба находилась на 20-30 мм выше проектного положения;
4. Монтаж продольных, а затем поперечных балок с использованием монтажной штанги;
5. Обработка торцов фанеры антиадгезионной смазкой;
6. Установка и закрепление палубы фанеры; монтаж первых листов осуществляется с монтажных площадок, а далее с помощью инвентарной лестницы люди перемещаются на палубу; листы фанеры в углах крепятся гвоздями;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7. Производится выверка опалубки до тех пор: пока не будет занято проектное положение или отклонение будет в пределах нормативных значений;
8. Установка отсекателей боковых поверхностей плиты перекрытия; сначала закрепляют кронштейны гвоздями, затем к кронштейнам крепится палуба из фанеры;
9. Производится монтаж ограждения по периметру возводимого перекрытия;

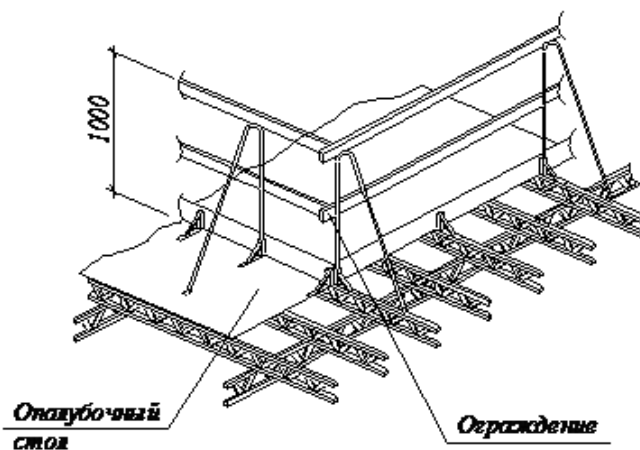


Рисунок 3.4 - Ограждение опалубки перекрытия

10. Монтаж промежуточных стоек в пролетах между основными;

Шаг главных балок (А) принимается 2270 мм, второстепенных (С) 625 мм. Допустимое расстояние между стойками (В) 1440 мм.

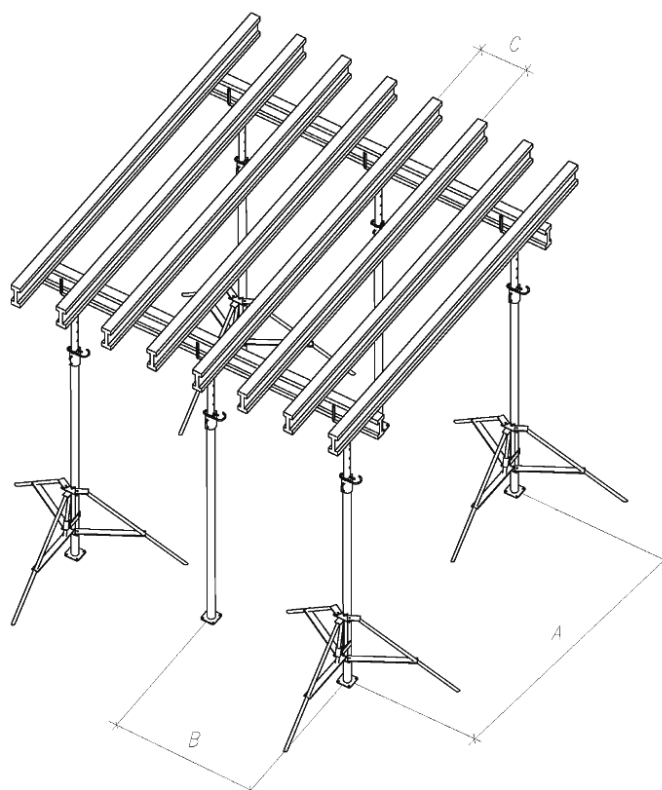


Рисунок 3.5 - Схема расстановки основных и второстепенных стоек, главных балок, второстепенных балок

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

56



### *Арматурные работы:*

Арматурные работы можно производить только после окончания работ по установке опалубки перекрытия: которая должна быть пространственно неизменяемой и жестко закрепленной. В зимнее время поверхность требуется расчистить от снега и льда. Также необходимо проверить надежность ограждения и установить инвентарные лестницы.

1. Доставка в зону армирования арматурных изделий, фиксаторов, закладных деталей, термовкладышей с помощью башенного крана.

2. Устройство разбивочной основы и нижней сетки из арматурных стержней. Каждое пересечение арматурных стержней при устройстве разбивочной основы фиксируется с помощью вязальной проволоки.

3. Устройство защитного слоя установкой фиксаторов под арматурные стержни связанной нижней сетки.

4. В зимнее время по арматуре нижней сетки раскладываются и закрепляются греющие провода.

5. Установка усиливающих стержней нижней сетки.

6. Установка и закрепление поддерживающих и усиливающих каркасов.

Каркасы крепятся к нижней сетке с помощью вязальной проволоки.

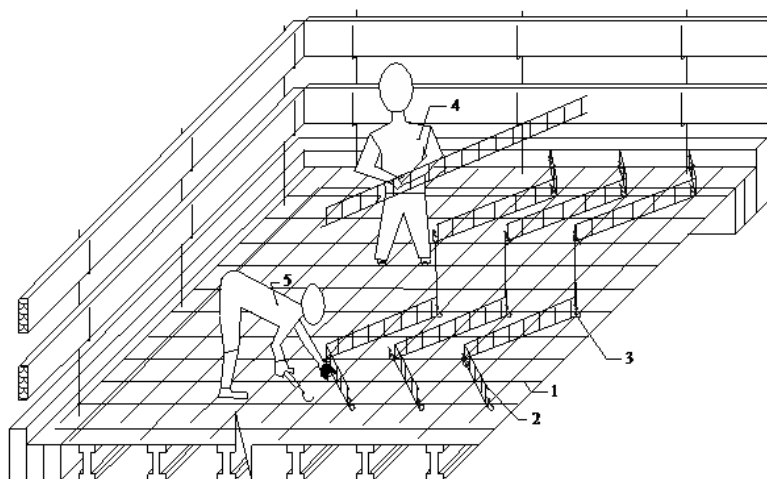


Рисунок 3.6 - Установка поддерживающих каркасов

1-стержни арматурной сетки; 2-поддерживающий каркас; 3-закрепление поддерживающего каркаса к арматурной сетке вязальной проволокой; 4-рабочий устанавливающий каркас; 5-рабочий закрепляющий каркас

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7. Устройство рабочего шва. В зоне устройства рабочих швов бетонирования обязательно устанавливаются поддерживающие каркасы. Швы выполняются из двух слоев сетки Рабица, натягиваемой по поддерживающим каркасам до укладки верхней арматуры. Два слоя сетки Рабица должны располагаться с одной стороны поддерживающего каркаса. Слои сетки Рабица относительно поддерживающего каркаса должны располагаться со стороны захватки, бетонируемой в первую очередь. Образование пустот при бетонировании между слоями сетки недопустимо. Швы бетонирования должны быть очищены от мусора, грязи, масел, снега и льда, цементной пленки и др. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси очищенные поверхности должны быть промыты водой и прочищены струей воздуха.

8. Устройство поперечных стержней верхней сетки, их выравнивание и закрепление с помощью укладки арматурных стержней в продольном направлении с укрупненным шагом.

9. Укладка стержней верхней сетки в продольном направлении, их выравнивание и закрепление вязальной проволокой.

10. Установка и закрепление проемобразователей, закладных деталей и термовкладышей.

11. Нанесение распылением адгезионной смазки на поверхность щитов опалубки.

12.

*Бетонные работы:*

Производство бетонных работ начинают только после окончания работ по установке арматуры и освидетельствования этих работ и работ по установке опалубки.

1. Прием бетонной смеси в приемный бункер бетононасоса БН-80 из автобетоносмесителя.

2. Подача бетонной смеси в зону укладки бетонораздаточной стрелой Putzmeister MX и укладка ее в конструкцию с помощью гибкого наконечника.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

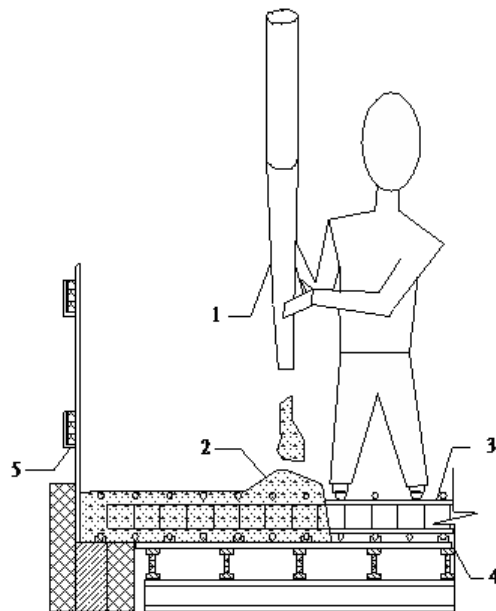


Рисунок 3.7 - Укладка бетона с применением бетононасоса  
 1 – гибкий наконечник бетонораздаточной стрелы; 2 – укладываемый бетон; 3 – арматурная сетка; 4-конструкция опалубки перекрытия; 5-инвентарное ограждение.

3. Уплотнение смеси глубинными вибраторами.
4. Заглаживание поверхности забетонированной конструкции.
5. Очистка оснастки, инструментов, бетоноводов от бетона.

*Уход за бетоном:*

Уход за свежееуложенным бетоном начинать сразу после укладки бетонной смеси и осуществлять до достижения прочности бетона не менее 70% от проектной.

1. В летний период необходимо укрывать конструкцию влагоемким материалам и поддерживать температурно-влажностный режим для набора прочности увлажнением или поливом.

2. При отрицательных температурах неопалубленные поверхности укрываются тепло- и пароизоляционными материалами и осуществляется контроль прочности бетона испытанием образцов или замерами температуры бетона, выпуски арматуры забетонированных конструкций укрываются или утепляются на длину не менее 0,5 м.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

### *Распалубочные работы:*

Распалубку плит перекрытий осуществлять по достижении прочности бетона не менее 80% от проектной при пролете более 6 метров, и не менее 70% от проектной при пролете 6 метров и менее.

1. В зимнее время сначала отключается трансформатор, и осуществляется демонтаж питающих кабелей.

2. Снятие пологов и их очистка, складирование на поддоны для транспортирования.

3. Демонтаж отсекателей с использованием молотка-гвоздедера.

4. Демонтаж и складирование промежуточных стоек в контейнеры.

5. Опускание настила опалубки на 3-5 см раскручиванием регулировочных гаек на основных стойках, переворачиванием поперечных балок с помощью монтажной штанги. Демонтаж фанеры осуществляется также с использованием монтажной штанги, листы складировуются в специальные контейнеры для транспортирования на следующую захватку.

6. Демонтаж вертикальных связей, демонтаж и складирование продольных и поперечных балок монтажными штангами.

7. Демонтаж строек и треног, их складирование в контейнеры.

8. Очистка элементов опалубки.

Загрузка плиты перекрытия монтажными нагрузками допускается по достижении прочности бетона не менее 100% от проектной, либо не менее 70% при установке распределительных стоек не менее 2х этажей ниже, которые выставляются соосно.

### **3.3.2 Указания по устройству монолитных стен**

До начала производства работ необходимо закончить возведение перекрытия нижележащего этажа, освободить место производства работ от неиспользуемых приспособлений и материала, очистить основание, на котором будут производиться работы по армированию конструкции.

### *Арматурные работы:*

1. В зону армирования доставляют арматурные изделия, фиксаторы, закладные детали, проеомобразователи и другие необходимые приспособления.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

Арматурные изделия доставляются в зону производства работ башенным краном. Арматуру на место работ подают небольшими пачками во избежание превышения нагрузок на опалубку.

2. Согласно чертежам по армированию стен с помощью рулетки и мела производится устройство разбивочной основы. Осуществляется установка П-образных элементов и горизонтальных отдельных арматурных стержней на выпусках арматурных стержней с вязкой стыков проволокой.

3. Далее ведется установка вертикальных отдельных арматурных стержней с вязкой стыков проволокой.

4. Производится установка П-образных элементов и установка отдельных горизонтальных арматурных стержней. Для выполнения этого процесса производится устройство разбивочной основы из П-образных элементов с параллельной установкой горизонтальных отдельных арматурных стержней и стержней усиления с вязкой стыков проволокой. Узлы закрепляются по периметру сетки на каждое пересечение узлов, а в периферийной области сетки на каждое второе пересечение узлов.

5. Вязка арматурных стержней осуществляется с помощью отрезков вязальной проволоки и вязального крюка.

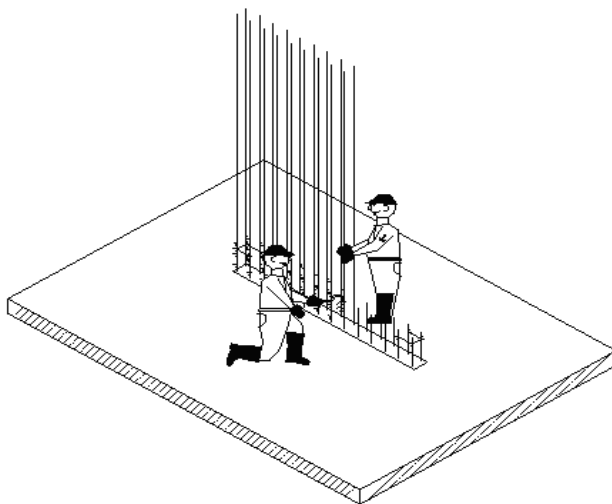


Рисунок 3.8 - Вязка вертикальных отдельных арматурных стержней

6. Устанавливаются и закрепляются проемообразователи, закладные детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7. При производстве работ в зимнее время по арматурной сетке раскладываются и закрепляются греющие провода, которые крепятся мягкой проводкой.

8. На завершающем этапе выполняется устройство защитного слоя с помощью установки фиксаторов арматуры на стержни.

*Опалубочные работы:*

Работы производятся после завершения арматурных работ и очистки основания. В качестве опалубки стен используется рамно-балочная опалубка.

1. Выполняется разметка основания под щиты опалубки и шаг раскосов.

2. На щиты опалубки наносится антиадгезионная смазка с помощью распылителя.

3. С помощью башенного крана элементы опалубки подаются к месту работ.

4. Устанавливаются угловые и крайние щиты, закрепляются рихтующим раскосом.

5. Далее устанавливаются рядовые прямолинейные щиты и производится их закрепление.

6. Крепление щитов противоположных сторон выполняется с помощью тяжей, а между собой тяжи крепятся выпрямляющими замками.

7. Выполняется установка подмостей.

8. Производится выверка опалубки и вынос высотных отметок.

*Бетонные работы:*

Производство бетонных работ начинают только после окончания работ по армированию и освидетельствования работ по установке опалубки.

1. Прием бетонной смеси в приемный бункер бетононасоса БН-80 из автобетоносмесителя.

2. Подача бетонной смеси в зону укладки бетонораздаточной стрелой Putzmeister MX и укладка ее в конструкцию с помощью гибкого наконечника.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

3. Послойное уплотнение смеси глубинными вибраторами. Глубина погружения вибратора в бетонную смесь должна обеспечивать углубления его в ранее уложенный слой на 5-10см. Шаг перестановки вибратора не должен превышать полуторного радиуса действия вибратора. Опираие вибратора на арматуру и на закладные детали не допускается.

4. Бетонирование производится непрерывно на всю высоту конструкции стены.

5. Выравнивание бетонной смеси по отметкам-маякам кельмами.

6. Укрытие выравненных поверхностей пленками и утепление их в зимнее время

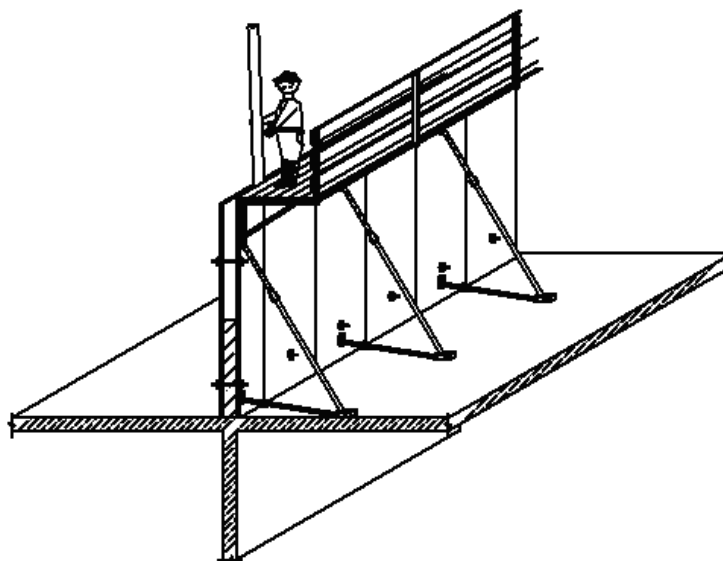


Рисунок 3.9 - Укладка бетонной смеси в конструкцию стены с помощью бетононасоса

*Уход за бетоном:*

1. В летний период необходимо укрывать конструкцию влагоемким материалам и поддерживать температурно-влажностный режим для набора прочности увлажнением или поливом.

2. При отрицательных температурах неопалубленные поверхности укрываются тепло- и пароизоляционными материалами и осуществляется контроль прочности бетона испытанием образцов или замерами температуры бетона, выпуски арматуры забетонированных конструкций укрываются или утепляются на длину не менее 0,5 м.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

### *Распалубочные работы:*

Распалубка конструкции разрешается при достижении прочности бетона не менее 1,5МПа в летних условиях, не менее 40% от проектной прочности в зимнее время. Прочность определяется по результатам испытания контрольных образцов кубов, а также методами неразрушающего контроля.

1. В зимнее время сначала отключается трансформатор, и осуществляется демонтаж питающих кабелей.
2. Снятие полов и их очистка.
3. Демонтаж лесов
4. Демонтаж доборных элементов, средних щитов опалубки.
5. Демонтаж крайних щитов и угловых элементов с основными рихтующими раскосами.
6. Очистка опалубочных щитов от бетона и их транспортировка с применением стоек для штабелирования.

### **3.3.3 Указания по устройству монолитных колонн**

Монолитные колонны в каркасе здания устраиваются только на нижнем ярусе.

### *Арматурные работы:*

До начала производства работ необходимо, чтобы бетон перекрытия нижележащего этажа набрал требуемую прочность, очистить рабочее место от мусора.

1. Для монтажа арматурного каркаса устанавливается кондуктор, затягиваются его нижние болты;
2. В зону производства работ подается арматурный каркас, который устанавливается в кондуктор;
3. Затягивают верхние болты кондуктора, осуществляют расстроповку арматурного каркаса.
4. Осуществляется ванная сварка каркасов.
5. Далее осуществляется снятие кондукторов.
6. В зимнее время осуществляется укладка греющих проводов с креплением их проволокой к арматурному каркасу;

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64



7. Далее устанавливаются фиксаторы защитного слоя.

*Опалубочные работы:*

До начала установки опалубки необходимо закончить работы по армированию и очистить основание.

Для производства работ применяется рамно-балочная опалубка.

1. Производится разметка основания под щиты опалубки, сами опалубочные щиты в это время с помощью распылителя обрабатываются антиадгезионной смазкой.

2. Элементы опалубки подаются к месту производства работ, рихтующими раскосами и скрепляются между собой анкерами.

3. Устанавливаются подмости, производится выверка опалубки геодезическим оборудованием и вынос высотных отметок.

*Бетонные работы:*

Производство бетонных работ начинают только после окончания работ по установке арматурного каркаса и освидетельствования этих работ.

1. Прием бетонной смеси в приемный бункер бетононасоса БН-80 из автобетоносмесителя.

2. Подача бетонной смеси в зону укладки бетонораздаточной стрелой Putzmeister MX и укладка ее в конструкцию с помощью гибкого наконечника. Бетонирование производится на всю высоту колонны без перерывов, толщина слоя не более 500 мм.

3. Послойное уплотнение смеси глубинными вибраторами. Глубина погружения вибратора в бетонную смесь должна обеспечивать углубления его в ранее уложенный слой на 5-10см. 4. Бетонная смесь укладывается в бетонируемую конструкцию горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях.

5. Выравнивание бетонной смеси по отметкам-маякам кельмами.

6. Укрытие выравненных поверхностей пленками и утепление их в зимнее время.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

*Уход за бетоном:*

1. В летний период необходимо укрывать конструкцию влагоемким материалам и поддерживать температурно-влажностный режим для набора прочности увлажнением или поливом.

2. При отрицательных температурах неопалубленные поверхности укрываются тепло- и пароизоляционными материалами и осуществляется контроль прочности бетона испытанием образцов или замерами температуры бетона, выпуски арматуры забетонированных конструкций укрываются или утепляются на длину не менее 0,5 м.

*Распалубочные работы:*

Распалубка конструкции разрешается при достижении прочности бетона не менее 1,5МПа в летних условиях, не менее 40% от проектной прочности. Прочность определяется по результатам испытания контрольных образцов кубов, а также методами неразрушающего контроля.

1. В зимнее время сначала отключается трансформатор, и осуществляется демонтаж питающих кабелей.

2. Снятие пологов и их очистка.

3. Демонтаж подмостей

4. Демонтаж рихтующих раскосов.

5. Демонтаж анкеров и элементов опалубки.

6. Очистка элементов опалубки от бетона и их транспортировка на место следующего производства работ.

После распалубки колонны укрываются ПВХ пленкой до набора прочности 50% от проектной.

### **3.3.4 Указания по устройству сборных колонн**

Сборные колонны устанавливаются на всех этажах здания, кроме подвального. Стыки сборных колонн запроектированы по типу штепсельного соединения.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

*Подготовительные работы:*

1. Подготовка рабочей поверхности (торцы стыкуемых элементов, вертикальные каналы, арматурные выпуски): рабочая поверхность должна быть крепкой, прочной, очищенной от пыли, грязи, масел, жиров, воска, остатков краски и других загрязнений, уменьшающих сцепление. Загрязнения необходимо удалить механическим путем с помощью металлических скребков и щеток с дальнейшей продувкой полостей струей сжатого воздуха.
2. Доставка и размещение в зоне монтажа необходимых инструментов и оборудования.
3. Нанесение рисок разбивочных осей на боковые грани колонн нижележащего яруса.
4. Доставка на приобъектный склад железобетонных колонн, проверка их соответствия проектным.
5. Визуальный осмотр колонны на отсутствие сколов, трещин, грязи.
6. Нанесение на боковых гранях колонны риски геометрической продольной оси.

*Монтажные работы:*

1. На верхний торец нижерасположенной колонны укладывается цементирующая пластина.
2. В вертикальные каналы штепсельного соединения на 2/3 высоты канала укладывается полимерно-минеральная мелкозернистая смесь (полимерсмесь), обладающая высокой подвижностью. При помощи арматуры проверяется качество проникновения смеси на глубину канала.
3. Одновременно с заполнением каналов полимерсмесь укладывается на торец нижней колонны в уровень верха центрирующей пластины.
4. Строповка и подача колонны к месту ее монтажа.
5. Установка верхней колонны на нижнюю сразу после укладки раствора для обеспечения плотного контакта торцов стыкуемых колонн.
6. Выверка колонн.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

Монтаж конструкций каждого вышележащего этажа здания следует производить после проектного закрепления всех монтажных элементов и достижения раствором замоноличенных стыков прочности не менее 80% от проектной.

При производстве работ в зимнее время замоноличивание стыков выполнять полимерсмесями с противоморозными добавками, а при температуре наружного воздуха ниже -10 одновременно производить электропрогрев стыков колонн

### 3.4 Контроль качества выполненных работ

Таблица 3.5 - Операционный контроль устройства стен

№ п/п	Параметр	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для стен, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия	15мм	Измерительный, каждый конструктивный элемент, журнал работ.
2	Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5мм	То же
3	Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20мм	Измерительный, не менее 5 измерений на каждые 50—100м, журнал работ.
4	Длина или пролет элементов	±20мм	Измерительный, каждый конструктивный элемент, журнал работ
5	Размер поперечного сечения элементов	+6мм; -3мм	То же

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 3.6 - Операционный контроль устройства плиты перекрытия

№ п/п	Параметр	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5мм	Измерительный, каждый конструктивный элемент, журнал работ.
2	Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20мм	Измерительный, не менее 5 измерений на каждые 50— 100м, журнал работ.
3	Длина или пролет элементов	±20мм	Измерительный, каждый конструктивный элемент, журнал работ
4	Размер поперечного сечения элементов	+6мм; -3мм	То же

Таблица 3.7 - Операционный контроль устройства колонн

№ п/п	Параметр	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия	15мм	Измерительный, каждый конструктивный элемент, журнал работ.
2	Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5мм	То же
3	Длина или пролет элементов	±20мм	Измерительный, каждый конструктивный элемент, журнал работ
4	Размер поперечного сечения элементов	+6мм; -3мм	То же
5	Разница отметок по высоте	3мм	То же, каждый стык, исполнительная схема

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР

Лист

69

## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

#### 4.1 Разработка календарного плана

Календарный план производства работ разрабатывается для определения и соблюдения последовательности и сроков выполнения строительно-монтажных работ, выполняемых при возведении здания или сооружения.

Сроки строительства устанавливаются по результатам взаимной увязки отдельных видов работ.

Чтобы составить календарный план нужно установить объемы по каждому виду работ и разработать калькуляцию трудозатрат и затрат машинного времени.

Таблица 4.1 - Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	
			На 1 типовой этаж	Всего на здание
I - Подземная часть здания				
1	Снятие растительного слоя грунта	1000 м <sup>2</sup>		7.2
2	Разработка котлована экскаватором с погрузкой его в автотранспорт	1000 м <sup>3</sup>		2.7
3	Устройство фундаментной плиты	100 м <sup>3</sup>		2.5
4	Устройство монолитных стен подвала	100 м <sup>3</sup>		0.64
5	Устройство монолитных колонн и пилона подвала	100 м <sup>3</sup>		0.36
6	Устройство монолитной диафрагмы	100 м <sup>3</sup>		0.11
7	Монтаж шахты лифта	100 шт		0.01
8	Монтаж лестничных площадок подвала	100 шт		0.02
9	Монтаж лестничных маршей подвала	100 шт		0.04
10	Устройство монолитного перекрытия над подвалом	100 м <sup>3</sup>		1.0
11	Обратная засыпка пазух котлована	1000 м <sup>3</sup>		0.96

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

II - Надземная часть здания				
12	Монтаж колонн	100 шт	0.27	1.35
13	Устройство монолитной диафрагмы	100 м <sup>3</sup>	0.39	6.24
14	Устройство монолитного перекрытия	100 м <sup>3</sup>	1.0	16
15	Устройство монолитного пилона	100 м <sup>3</sup>	0.01	0.16
16	Монтаж шахты лифта	100 шт	0.01	0.16
17	Монтаж лестничных площадок	100 шт	0.01	0.16
18	Монтаж лестничных маршей	100 шт	0.02	0.32
19	Кирпичная кладка наружных стен толщиной 510 мм	м <sup>3</sup>	133.4	2134.4
20	Кирпичная кладка внутренних стен толщиной 250 мм	м <sup>3</sup>	34.4	550.4
21	Кладка перегородок из кирпича 120 мм	100 м <sup>2</sup>	3.65	58.4
22	Установка оконных блоков	100 м <sup>2</sup>	0.65	10.4
23	Установка дверных блоков и проемов	100 м <sup>2</sup>	0.55	8.8
24	Монтаж лифтов	шт	2	
25	Устройство кровли	100 м <sup>2</sup>	4.97	
26	Прокладка внутренних электросетей	100 м <sup>3</sup> объема	282.2	
27	Устройство сетей водоснабжения и канализации	100 м <sup>3</sup> объема	282.2	
28	Теплофикация	100 м <sup>3</sup> объема	282.2	
III - Отделочный цикл				
29	Оштукатуривание стен сухими растворными смесями	100 м <sup>2</sup>	12.65	202.4
30	Устройство плитки в санузлах	100 м <sup>2</sup>	0.33	5.28
31	Оштукатуривание потолка сухими растворными смесями	100 м <sup>2</sup>	4.5	72

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



32	Установка сантехнического оборудования	100 м <sup>3</sup> объема	282.2
33	Установка электрического оборудования	101 м <sup>3</sup> объема	282.2
34	Благоустройство территории	5% от общей трудоемкости	

Определение трудоемкости и затрат машинного времени производится по [17].

Затраты труда и машинного времени определяется по формуле:

$$T = \frac{N_{вр} \cdot V}{8}, \quad (4.1)$$

где  $N_{вр}$  – норма времени;

$V$  – объем выполняемых работ;

8 – количество часов в одной смене.

Продолжительность производства работ определяется по формуле:

$$П = \frac{T}{n \cdot m}, \quad (4.2)$$

где  $T$  – трудоемкость, чел-см;

$n$  – количество смен;

$m$  – состав бригады, чел.

Результаты расчетов сводятся в таблицу А.1 Приложения А.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 4.2 Организация строительной площадки

### 4.2.1 Привязка монтажного крана

Для производства работ был выбран башенный кран КБ-408.21 с вылетом стелы 35 метров и грузоподъемностью 10 тонн.

Привязка крана осуществляется с одной стороны от возводимого здания.

#### Поперечная привязка башенного крана вблизи здания

Ось подкрановых путей для башенных кранов с поворотной платформой, расположенной в ее нижней части (грузоподъемностью до 10 т), определяется по формуле:

$$B_{\min} = R_{з.г} + d, \quad (4.3)$$

где  $R_{з.г}$  – задний габарит крана (радиус поворотной платформы), для КБ-408.21 4,8 м;

$d$  – минимально допустимое безопасное расстояние от выступающей части здания до заднего габарита крана,  $d = 1$  м.

$$B_{\min} = 4,8 + 1 = 5,8 \text{ м}$$

Принимаем  $B = 6,0$  м.

#### Продольная привязка подкрановых путей башенных кранов

Определение крайних стоянок крана ведем следующим образом:

- из предыдущих расчетов устанавливаем ось подкрановых путей ( $B = 7,5$  м);
- из крайних углов внешнего габарита здания со стороны, противоположной крану, окружностью, радиусом соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана (35 м) делаем засечки на оси движения крана;
- из крайних стоянок внешнего габарита здания со стороны работы крана окружностью радиусом, соответствующим минимальному вылету стрелы крана ( $L_{\min} = 4,5$  м), на оси крана делаем засечку;
- по полученным крайним засечкам определяем расстояние между крайними стоянками ( $L_{кр}$ ).

$$L_{кр} = 22 \text{ м}$$

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

Длину подкрановых путей определяем по формуле:

$$L_{п.п} = L_{кр} + B_{кр} + 2L_T + 2L_k, \quad (4.4)$$

где  $L_{кр}$ -расстояние между крайними стоянками крана;

$B_{кр}$ -база крана;

$L_T$ -величина тормозного пути,  $L_T \geq 1,5$  м;

$L_k$ -расстояние от конца тормозного пути до конца рельса,  $L_k=0,5$  м.

$$L_{п.п} = 22 + 7,5 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 = 33,5$$

Полученную расчетом длину подкрановых путей корректируем в сторону увеличения с учетом кратности длины полузвена ( $Пзв=6,25$  м), соблюдая при этом условие:

$$L_{п.п} = 6,25 \cdot n_{зв} \geq 31,25$$

Принимаем 6 полузвеньев подкрановых путей, тогда  $L_{п.п}=37,5$  м.

#### Привязка ограждения подкрановых путей башенного крана

Привязку ограждения подкрановых путей производят исходя из необходимости соблюдения безопасного расстояния между конструкциями крана и ограждения.

Привязку осуществляем в следующей последовательности:

1. Выполняем привязку крайних стоянок к оси здания ( $L_{ст}$ )

$$L_{ст} = \frac{1}{2} L_{зд} - \frac{1}{2} L_{кр} \quad (4.5)$$

$$L_{ст} = 0,5 \cdot 33 + 0,5 \cdot 22 = 5,5 \text{ м}$$

2. Размещаем контрольный груз и осуществляем его привязку ( $L_{гр}$ )

$$L_{гр} \geq 1 \text{ м,}$$

где  $L_{гр}$  – минимальное расстояние от конца рельса до контрольного груза;

$$L_{гр} = 2,5 \text{ м}$$

3. Устанавливаем минимальное расстояние от оси ближнего рельса к ограждению крана ( $L_p$ );

$$L_p = 2 - 2,5 \text{ м,}$$

где  $L_p$  – расстояние от оси рельса до ограждения крана.

4. Устанавливаем расстояние от конца рельса до ограждения крана ( $L_o$ )

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

$$L_0 \geq 1 \text{ м,}$$

где  $L_0$  – расстояние от конца рельса до ограждения крана.

$$L_0 = 2,5 \text{ м.}$$

#### 4.2.2 Определение зон влияния башенного крана

На строительный генеральный план обязательно наносятся зоны действия опасных производственных факторов. Размеры этих зон должны быть ограждены и обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы.

*Монтажная зона* – пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении конструкции. Монтажная зона определяется по наружным контурам здания, исходя из его высоты. При  $H_{зд} > 20$  м монтажная зона составляет 7 метров от контура здания. В этой зоне располагают только монтажные механизмы.

*Рабочая зона крана* – это пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана, соответствующее максимальному рабочему вылету стрелы (35 м).

*Зона перемещения габаритов груза* – это пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза:

$$L_{п.гр} = L_{max}^p + \frac{1}{2} L_{гр}^{max}, \quad (4.6)$$

где  $L_{п.гр}$  – радиус границы зоны перемещения груза;

$L_{max}^p$  – максимальный рабочий вылет стрелы, 35 м;

$L_{гр}^{max}$  – длина небольшого груза.

$$L_{п.гр} = 35 + 4,5/2 = 37,25 \text{ м}$$

*Опасная зона работы крана* – это пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении.

Граница опасной зоны определяется по формуле:

$$R_0 = L_{max}^p + \frac{B_{min}}{2} + B_{max} + P, \quad (4.7)$$

где  $L_{max}^p$  – максимальный рабочий вылет стрелы, 35 м;

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

$V_{\max}=9,45$  м и  $V_{\min}=0,4$  м – минимальный и максимальный размер груза;  
Р – величина отлета грузов при падении, при возможной высоте падения 59м, Р=9,34 м.

$$R_0 = 35 + \frac{0,4}{2} + 9,45 + 9,34 = 54 \text{ м}$$

Зона постоянно действующих производственных факторов во избежание доступа посторонних лиц должна быть ограждена защитным ограждением по [19]. Границы этой зоны также наносятся на стройгенплан.

*Опасная зона при падении груза со здания* определяется по формуле:

$$R_0 = V_{\max} + P, \quad (4.8)$$

где  $V_{\max}=9,45$  м – максимальный размер груза;

Р – величина отлета грузов при падении со здания, при возможной высоте падения 59м, Р=6,56 м.

Эта зона ограждается сигнальными ограждениями, удовлетворяющими [18]. В этой зоне допускается размещать только монтажные механизмы, складирование материалов запрещено.

Для прохода людей в здания назначаются определенные места, обозначенные на СГП и оборудование навесами с вылетом не менее 2 м под углом 70...75° к стене.

#### **4.2.3 Введение ограничений в работу крана**

В стесненных условиях производства работ возникает необходимость введения ограничений, обеспечивающих выполнение требований безопасности производства работ и эксплуатации машин.

При возведении проектируемого здания зона действия башенного крана ограничивается с помощью системы координатной защиты по линии, обозначенной точками на стройгенплане, вводится ограничение на перемещение грузовой каретки.

#### **4.2.4 Приобъектные склады**

Объем производственного материала рассчитывается по расчетным нормативам:

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		77

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{2} \cdot n \cdot l \cdot m, \quad (4.9)$$

где  $T$  – продолжительность потребления материала;

$P_{\text{общ}}$  – общее количество материала, необходимое для выполнения работы в период времени  $T$ ;

$n$  – норматив запаса материала на складе в днях потребления;

$l$  – коэффициент неравномерности поступления материалов и изделий на склады (для автомобильного транспорта 1,2);

$m$  – коэффициент неравномерности потребления материалов и изделий, принимаемый равным 1,3.

Площадь склада для основных материалов и изделий производится по удельным нагрузкам:

$$S = P_{\text{скл}} \cdot q, \quad (4.10)$$

где  $q$  – норма площади склада на единицу складированного ресурса, принимаемая по расчетным нормативам.

В соответствии с [19] норма запаса материалов на складе при перевозке их автотранспортом на расстояние до 50км принята:

- арматура, стальные трубы, пиленый лес – 12 дней;
- рулонные материалы, оконные блоки, дверные блоки – 8 дней;
- кирпич, щебень, песок, сборные ж/б конструкции, утеплитель – от 5 до 10 дней.

Нормы площадей открытых складских площадок:

- арматура – 1,2 м<sup>2</sup>/т;
- опалубка – 0,1м<sup>2</sup> складской площадки на 1м<sup>2</sup> опалубки;
- сборные ж/б колонны и плиты – 2м<sup>2</sup> складской площадки на 1м<sup>3</sup> изделия;
- утеплитель плитный – 2,1м<sup>2</sup>/тыс.шт;
- кирпич в пакетах на поддонах – 2,2 м<sup>2</sup>/тыс.шт.;
- лес пиленый – 1,25м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;
- трубы стальные – 1,7м<sup>2</sup>/т.

Результаты расчета складских площадей сводятся в таблицу 4.2.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		78

Таблица 4.2 – Требуемые площади складирования

№ п/п	Наим. материала, конструкции	Ед.изм	Запас материала	Объем потребления	Норма площади склада, м <sup>2</sup>	Площадь склада, м <sup>2</sup>
1	Опалубка	м <sup>2</sup>	1 этаж	1105	0,1	110,5
2	Арматура	т	1 этаж	51,3	1,2	61,5
3	Сборные колонны	м <sup>3</sup>	1 этаж	93,7	2,0	187,4
4	Кирпич	1000 шт	5 дней	24	2,2	53,5

Итого:  $S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 110,5 + 61,5 + 187,4 + 53,5 = 412,9 \text{ м}^2$ .

На стройгенплане размещаем две площадки складирования в рабочей зоне крана общей площадью 598 м<sup>2</sup>, что удовлетворяет потребностям производства работ.

Запас материалов, деталей и конструкций должен быть минимальным, но достаточным для обеспечения бесперебойного снабжения строительных работ. Небольшую часть материалов, подверженных воздействию внешних атмосферных факторов предполагается расположить внутри временных зданий.

Зоны складирования материалов и конструкций спланировать и отсыпать щебнем с уклоном не более 5°. Водоотводы из зон складирования выполнить по естественному понижению рельефа.

Площадка складирования должна быть достаточно освещена. Общее освещение площадки складирования должно составлять не менее 10лк.

На площадке складирования должны быть обозначены границы проходов, проездов, места стоянки автотранспорта при погрузке/разгрузке. Ширина проходов на площадке складирования должна быть не менее 1м;

В зоне производства погрузочно-разгрузочных работ не должны находиться электрокабели и другие коммуникации.

На место установки груза предварительно необходимо уложить деревянные подкладки из бруса 50x150мм, а между складировемыми изделиями (грузами) должны быть уложены промежуточные деревянные

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

прокладки для возможности извлечения стропов из-под складированного элемента.

При складировании необходимо следить за сохранностью подъемных петель ж/б конструкций, высота прокладок при этом должна быть на 20мм больше выступающей части монтажных петель.

Запрещается погрузка и разгрузка автотранспорта при нахождении людей в ее кабине и кузове.

На площадке складирования запрещается нахождение посторонних лиц.

#### 4.2.5 Временные здания

Число работающих в наиболее многочисленную смену равняется 42 человека в соответствии с календарным графиком работ.

Численность различных категорий, работающих на строительной площадке рассчитывается в соответствии с их соотношением по отраслям и видам строительства. Для данного проектируемого объекта жилищно-гражданской отрасли строительства соотношение приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Распределение общего количества работающих по категориям

Категории работающих	Соотношение, %	Количество работающих
Рабочие	85	42
ИТР	8	4
Служащие	5	3
МОП и охрана	2	1
Общее число работающих	100	50

Таблица 4.4 - Распределение работающих по полу в наиболее многочисленную смену

Пол	Соотношение, %	Количество работающих
Мужской	70	35
Женский	30	15



Общая потребность во временных зданиях определяется на весь период строительства в целом по формуле:

$$F = F_{\text{н}} \cdot P, \quad (4.11)$$

где  $F_{\text{н}}$  - нормативный показатель потребности здания;

$F$  - общая потребность в зданиях данного типа;

$P$  - число работающих в наиболее многочисленную смену (50 чел), кроме гардеробных, которые рассчитываются на всё количество рабочих (120 чел).

Необходимое количество временных (инвентарных) зданий определяется по формуле:

$$P = \frac{N_{\text{вр}} \cdot m}{G}, \quad (4.12)$$

где  $P$  - количество временных зданий;

$m$  - норматив показателя вместимости здания;

$G$  - вместимость одного здания (сооружения).

Результаты расчета сведены в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Общая потребность во временных зданиях

Назначение инвентарного здания	Нормативный показатель, м <sup>2</sup> /чел	Число пользующихся помещением	Требуемая площадь	Полезная площадь единицы инвентарного здания	Число инвентарных зданий
Кантора	4	2	8	27	1
Помещение для обогрева, умывания и приема пищи	1	50	50	27	2
Гардеробная с сушилкой	1,3	120	156	27	6
Душевая с преддушевой и раздевалкой	0,5	50	25	27	1
Туалет (уборная)	0.07	50	3,5	1,4	3

В проекте принимаются размеры временных инвентарных зданий 3,0x9,0м.

						Лист
					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	81
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

В соответствии с расчетом принимаем 10 бытовых вагончиков, размещенных на территории стройплощадки, и 3 временных биотуалета (отдельно для мужчин и для женщин). Площадка под временные здания выполняется подсыпкой несжимаемым грунтом толщиной слоя 100 мм с уклоном, обеспечивающим сток поверхностных вод.

Временные здания располагаются на не застраиваемом участке строительной площадки у постоянных транспортных коммуникаций вне опасных зон работы строительных машин. Удаленность отдельных зданий от места производства работ не превышает требуемого расстояния 300 м. Инвентарные здания расположены группой с расстоянием между отдельными зданиями в группе 1 м.

В соответствии с противопожарными требованиями рядом с производственно-бытовым городком обеспечен проезд для пожарных машин. Также в непосредственной близости расположен противопожарный щит со средствами пожаротушения.

Бытовой городок обеспечивается всеми необходимыми инженерными сетями и коммуникациями: электроснабжением, водоснабжением, теплоснабжением, канализацией, а также телефонизацией, радиофикацией, пешеходными дорожками.

#### **4.2.6 Транспортные коммуникации**

Схема движения автотранспорта на строительной площадке разработана с учетом:

- общего направления развития строительства;
- принятой очередности и технологии СМР;
- расположения зон хранения и вида ресурсов;
- характера и интенсивности грузопотока.

Предусмотрен беспрепятственный проезд всех автотранспортных средств к местам разгрузки, что обусловлено проектированием кольцевой

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

дороги и устройство на тупиковых участках площадок для разворота размерами не менее 12x12 м. Строительная площадка имеет два въезда.

Расстояния от края проезжей части автомобильной дороги до зданий соответствуют нормируемым величинам (более 3 метров). Параметры временных дорог так же соответствуют нормируемым показателям (ширина временных дорог 6 метров).

#### 4.2.7 Обоснование потребности строительства в воде

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

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (4.13)$$

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

$$Q_{\text{пр}} = \sum \frac{K_{\text{нр}} \cdot q_{\text{у}} \cdot n_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t}, \quad (4.14)$$

где  $K_{\text{нр}}$  – коэффициент неучтенного расхода воды ( $K_{\text{нр}} = 1,2$ );

$q_{\text{у}}$  – удельный расход воды на производственные нужды, л, [приложение 5, 21];

$n_{\text{п}}$  – число производственных потребителей;

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления ( $K_{\text{ч}} = 1,5$ );

$t$  – число учитываемых расходом воды часов в смену (8 часов).

$$Q_{\text{хоз}} = \sum \frac{q_{\text{х}} \cdot n_{\text{р}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t} + \frac{q_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}}}{60 \cdot t_1}, \quad (4.15)$$

где  $q_{\text{х}}$  – удельный расход воды на хозяйственные нужды [приложение 6, 20];

$q_{\text{д}}$  – расход воды на прием душа одного работающего [приложение 6, 20];

$n_{\text{р}}$  – число работающих в наиболее загруженную смену;

$n_{\text{д}}$  – число пользующихся душем (80% от  $n_{\text{р}}$ );

$t_1$  – продолжительность использования душа ( $t_1 = 45$  мин);

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

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

$t$  – число учитываемых расходом воды часов в смену (8 часов).

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с,}$$

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

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 50 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} + \frac{50 \cdot 40}{60 \cdot 45} + \frac{4 \cdot 50}{60 \cdot 3} = 1,92 \text{ л/с}$$

Калькуляция расхода воды на производственные нужды приведена в таблице 4.6

Таблица 4.6 – Расход воды на производственные нужды

№	Наименование потребителя	Ед.изм. Кол-во потреб.	Кол-во потреб.	Продолж. потребл., смен	Уд. расх. (л)	Кну	Кч	Кол-во ч. в см.	Расх. воды, л/с
1	Кладка с приготовлением раствора	100 шт кирпича	10302	303	90	1.2	1.5	8	0.1913
2	Малярные работы	1 м <sup>2</sup>	7200	18	1	1.2	1.5	8	0.0250
3	Штукатурные работы	1 м <sup>2</sup>	20240	43	4	1.2	1.5	8	0.1177
4	Экскаватор при ДВС	1 машина	1	5	10	1.2	1.5	8	0.0001
5	Заправка и обмывка автомобилей	1 машина	3	50	300	1.2	1.5	8	0.0011
6	Поливка газона	1 м <sup>2</sup>	5494	28	10	1.2	1.5	8	0.1226
7	Посадка деревьев	1 дерево	150	28	50	1.2	1.5	8	0.0167
Итого:									0.4745

$$Q_{\text{тр}} = 0,475 + 1,92 + 10 = 12,395 \text{ л/с}$$

На водопроводной линии предусматривается не менее двух гидрантов, расположенных на расстоянии не более 150 м один от другого.

Диаметр труб водонапорной наружной сети определяется по формуле:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{1000 \cdot Q_{\text{тр}}}{3,14 \cdot v}}, \quad (4.16)$$

где  $Q_{\text{тр}}$  – расчетный расход воды, л/с;

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

$v$ - скорость движения воды в трубах,  $v=0,6$  м/с.

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{1000 \cdot 12,395}{3,14 \cdot 0,6}} = 162,2 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр водонапорной трубы  $D=200$  мм.

#### 4.2.8 Обоснование потребности строительства в электроэнергии

Сети электроснабжения предназначены для энергетического обеспечения силовых и технологических потребителей, а также для энергетического обеспечения наружного и внутреннего освещения объектов строительства, временных зданий, мест производства работ и строительной площадки.

Расчетная электрическая нагрузка определяется по формуле:

$$P_p = \sum \frac{K_c \cdot P_c}{\cos\varphi} + \sum \frac{K_c \cdot P_T}{\cos\varphi} + \sum K_c \cdot P_{ов} + \sum P_{он}, \quad (4.17)$$

где  $\cos\varphi$  – коэффициент мощности [приложение 7, 20];

$K_c$  – коэффициент спроса [приложение 7, 20];

$P_c$  – мощность силовых потребителей, кВт [приложение 8, 20];

$P_T$  – мощность для технологических нужд, кВт [приложение 8, 20];

$P_{ов}$  – мощность устройств внутреннего освещения, кВт [приложение 11, 20];

$P_{он}$  – мощность устройств наружного освещения, кВт [приложение 11, 20];

Результаты расчета сведены в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Потребность строительства в электроэнергии

№	Наименование потребителей	Ед. изм	Объем потребления	Коэффициент		Удельная мощность	Расч. мощность, кВА
				спроса K <sub>i</sub>	мощн. cos		
1	Кран башенный КБ-408.21	шт	1	0.55	0.5	80кВт/шт	88
2	Установки электропрогрева бетона	шт	1	0.7	0.85	425 кВт/шт	350
3	Вибраторы переносные	шт	2	0.4	0.45	8 кВт/шт	14.2
4	Различный электроинструмент	шт	2	0.25	0.4	10 кВт/шт	12.5
5	Сварочные трансформаторы	шт	1	0.35	0.45	245кВт/шт	190.6
6	Освещение внутренне	м <sup>2</sup>	270	0.85	1	15Вт/м <sup>2</sup>	3.4
7	Освещение наружное	м <sup>2</sup>	13168	1	1	0,4Вт/м <sup>2</sup>	5.3
Итого:							664.0

По результатам рассчитанной электрической нагрузке принимаем трансформаторную подстанцию СКТП-750/6-10 с размерами 2960x3450x1808.

#### 4.2.9 Обоснование потребности строительства в освещении

Расчет числа прожекторов ведется через удельную мощность прожекторов по формуле:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}}, \quad (4.18)$$

где  $p$ -удельная мощность, Вт, [приложение 10, 20];

$E$  – освещенность, лк, [приложение 10, 20];

$S$ -величина площадки, подлежащей освещению, м<sup>2</sup>;

$P_{\text{л}}$ - мощность лампы прожектора, [приложение 11, 20].

Таблица 4.8 – Потребность строительства в прожекторах

№	Наименование потребителей	Объем потребления, м <sup>2</sup>	Освещенность, лк	Расчетное количество прожекторов, шт
1	Территория производства работ	5603.2	2	2
2	Проходы и проезды	1696.2	3	1
3	Общее освещение	13168	0.5	1

Принимаем 4 прожектора общего назначения ПЖ-230 Мощностью 3000 Вт.

#### 4.2.10 Противопожарные мероприятия

При организации строительной площадки и производстве СМР должны выполняться следующие мероприятия:

1. Снесены строения и сооружения, находящиеся в противопожарных разрывах между возводимыми и временными зданиями.
2. Выполнены в соответствии с разработанным стройгенпланом подъезды и проходы к строящемуся и временным зданиям и сооружениям. Ворота для въезда должны быть шириной не менее 4 м.
3. Вдоль зданий шириной более 18 м проезды должны быть с двух продольных сторон. Расстояние от края проезжей части до стен здания не должно превышать 25 м.
4. Освещены в ночное время дороги и проезды на строительной площадке, а также места расположения пожарных гидрантов.
5. Обеспечены свободные подъезды к пожарным гидрантам. Расстояние от гидрантов до здания не более 150 м и не менее 5 м, от края дороги - не более 2 м.

6. Монтаж электрохозяйства стройплощадки, в том числе временного силового и осветительного оборудования, производить в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок».
7. Строительная площадка должна быть обеспечена первичными средствами пожаротушения: песком, водными растворами, огнетушителями и противопожарным инвентарем (лопаты, топоры, ведра и т.д.).
8. Складирование стораемых материалов должно вестись с учетом противопожарных разрывов (не менее 24 м от зданий и сооружений).
9. Внутренний противопожарный водопровод и автоматические системы пожаротушения, предусмотренные проектом, необходимо монтировать одновременно с возведением объекта. Противопожарный водопровод должен вводиться в действие к началу отделочных работ, а автоматические системы пожаротушения и сигнализации - к моменту пуско-наладочных работ.
10. Производство работ внутри зданий и сооружений с применением горючих веществ и материалов одновременно с другими строительными-монтажными работами, связанными с применением открытого огня, не допускается.
11. Предусмотренные проектом наружные пожарные лестницы и ограждения на крышах строящихся зданий должны устанавливаться сразу же после монтажа несущих конструкций.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		88



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы было запроектировано 16-этажное жилое здание, принятые конструктивные решения которого соответствуют действующим нормативным требованиям и современному уровню прогресса. На первом этаже здания располагаются встроенные нежилые помещения социально-бытового назначения, а на 2-16 этажах располагаются квартиры различной вместимости в общем количестве 80 квартир на здание.

Здание имеет сборно-монолитный несущий каркас, который состоит из сборных и монолитных колонн, монолитных пилонов, монолитных диафрагм и монолитных перекрытий. Общая устойчивость и жесткость здания обеспечивается совместной работой горизонтальных дисков перекрытий и вертикальных диафрагм жесткости. В результате расчета монолитной железобетонной плиты перекрытия было запроектировано верхнее и нижнее армирование плиты перекрытия типового этажа.

Также была разработана технологическая карта на возведение железобетонного каркаса проектируемого здания, календарный график на основной период строительства и строительный генеральный план с указанием всех зон, возникающих при производстве строительно-монтажных работ.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		89

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*;
- 2 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с Изменениями N 1, 2);
- 3 СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
- 4 СНиП 2.07.01-89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
- 5 ГОСТ 530-2012 "Кирпич и камень керамические. Общие технические условия"
- 6 ГОСТ 8267-93 "Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия"
- 7 СП 50.13330.2012. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий
- 8 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
- 9 СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий
- 10 Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ
- 11 СП 2.13130.2012 "Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты"
- 12 СП 4.13330.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты»
- 13 СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменением N1)
- 14 Пособие к СП 63.13330 по проектированию бетонных и железобетонных конструкций без предварительного напряжения арматуры.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		90

- 15 СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции  
Актуализированная версия СНиП 3.03.01-87.
- 16 ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтностроительные работы./ Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1987.
- 17 ГЭСН. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы
- 18 СП 12-135-2003 "Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда"
- 19 Расчетные нормативы для составления проектов организации строительства
- 20 Никоноров, С.В. Организация строительного производства: учебное пособие по курсовому проектированию / С.В. Никоноров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 39 с.
- 21 ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.
- 22 ГОСТ 34028-2016. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия
- 23 СП 31-107-2004 Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий
- 24 СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003
- 25 СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
- 26 СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76
- 27 СП 48.13330.2019 Организация строительства

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		91

28 СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.

29 ГОСТ 21.501-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений.

30 Шерешевский, И. А. Конструирование гражданских зданий: учебное пособие для техникумов / И. А. Шерешевский. – «Архитектура-С», 2007. –176с.

31 Архитектура гражданских и промышленных зданий. Гражданские здания: учебник/ Под ред. А.В. Захарова. – М.: Стройиздат, 1993. -509 с.

32 Туснина, В.М. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебное издание. – М.: Издательство АСВ, 2016. -328 с.

33 Соловьев, А.К.. Архитектура зданий: учебник для студ. учреждений высш. образования/ А.К. Соловьев, В.М. Туснина. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 336 с.

34 Маклакова, Т.Г. Архитектурно-конструктивное проектирование зданий. Т.1. Жилые здания: учебник / Т.Г. Маклакова. – М.: Архитектура-С, 2010. -326 с.

35 Коваль С.Б., Технология возведения зданий и сооружений: учебное пособие к курсовому проектированию / С.Б. Коваль, М.В. Молодцов. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002.- 53 с.

36 Афанасьев А.А., Технология строительных процессов: Учеб./ Афанасьев А.А., Данилов Н.Н., Терентьев О.М.- М.: Высшая школа, 2000.- 464 с

37 Дикман, Л.Г. Организация и планирование строительного производства. Управление строительными предприятиями с основами АСУ: Учеб. Для строительных вузов и фак. 3 изд., перераб. и доп. / Л.Г. Дикман – М.: Высшая школа. 1988. - 559 с.

					08.03.01.2021.305-04.123 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Калькуляция трудовых затрат

Таблица А.1 – Калькуляция трудовых затрат

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Обоснование пункта ГЭСН	Трудоемкость		Наимен. машин	Машиноёмкость		Состав звена
		Ед.изм.	Кол-во		нормат., чел-ч	всего, чел-см		нормат., маш-ч	всего, маш-см	
<i>Возведение подземной части</i>										
1	Снятие растительного слоя грунта	1000 м <sup>2</sup>	7.2	01-01-036-02	0.23	0.21	Бульдозер 79 кВт	0.23	0.21	Машинист:6р-1чел
2	Разработка котлована экскаватором с погрузкой его в автотранспорт	1000 м <sup>3</sup>	2.7	01-01-013-15	16.6	5.60	Экскаватор с ковшом вместимостью 0.5 м <sup>3</sup>	36.1	12.18	Машинист:6р-1чел, 5р-1чел
3	Устройство фундаментной плиты	100 м <sup>3</sup>	2.5	06-01-003-08	179.75	56.17	Автобетононасос	4.6	1.44	Плотник 4р.-1, 2р.-2, Арматурщик: 5р.-1. 2р.-2, Слесарь: 4р.-1, Бетонщик 4р.-1, 2р.-1, Машинист 4р-1
4	Устройство монолитных стен подвала	100 м <sup>3</sup>	0.64	06-21-001-03	891.4	71.31	Автобетононасос	3.9	0.31	Плотник 4р.-1, 2р.-2, Арматурщик: 5р.-1. 2р.-2, Слесарь: 4р.-1, Бетонщик 4р.-1, 2р.-1, Машинист 4р-1

## Продолжение таблицы А.1

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Обоснование пункта ГЭСН	Трудоемкость		Наимен. машин	Машиноемкость		Состав звена
		Ед.изм.	Кол- во		нормат., чел-ч	всего, чел-см		нормат., маш-ч	всего, маш-см	
5	Устройство монолитных колонн и пилона подвала	100 м <sup>3</sup>	0.36	06-05-001-08	998	44.91	КБ	94.84	4.27	Плотник 4р.-1, 2р.- 2, Арматурщик: 5р.- 1. 2р.-2, Слесарь: 4р.-1, Бетонщик 4р.- 1, 2р.-1, Машинист 4р-1
6	Устройство монолитной диафрагмы	100 м <sup>3</sup>	0.11	06-21-001-03	891.4	12.26	Автобетононасос	3.9	0.05	Плотник 4р.-1, 2р.- 2, Арматурщик: 5р.- 1. 2р.-2, Слесарь: 4р.-1, Бетонщик 4р.- 1, 2р.-1, Машинист 4р-1
7	Монтаж шахты лифта	100 шт	0.01	07-05-035-04	268	0.34	КБ	38.5	0.05	Монтажник: 5р.-1, 4р.-1, 3р.-2; Машинист: 6р.-1
8	Монтаж лестничных площадок подвала	100 шт	0.02	07-05-014-02	237	0.59	КБ	67.78	0.17	Монтажник: 4р.-2, 3р.-1, 2р.-1; Машинист: 6р.-1
9	Монтаж лестничных маршей подвала	100 шт	0.04	07-05-014-04	220	1.10	КБ	66.08	0.33	
10	Устройство монолитного перекрытия над подвалом	100 м <sup>3</sup>	1.0	06-21-002-01	743.85	92.98	Автобетононасос	1.6	0.20	Слесарь 4р.-1 Арматурщик: 4р.-1. 2р.-2, Бетонщик 4р.- 1, 2р.-1, Машинист 4р-1

Продолжение таблицы А.1

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Обоснование пункта ГЭСН	Трудоемкость		Наимен. машин	Машиноёмкость		Состав звена
		Ед.изм.	Кол-во		нормат., чел-ч	всего, чел-см		нормат., маш-ч	всего, маш-см	
11	Обратная засыпка пазух котлована	1000 м <sup>3</sup>	0.96	01-01-033-06	-	-	Бульдозер 79 кВт	4.33	0.52	Машинист: 6р-1 чел
<i>Возведение надземной части</i>										
12	Монтаж колонн	100 шт	1.35	07-05-004-06	1028	173.48	КБ	104.85	17.69	Монтажник: 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1, Плотник: 4р-1, 3р-1
13	Устройство монолитной диафрагмы	100 м <sup>3</sup>	6.24	06-21-001-03	891.4	695.29	Автобетононасос	3.9	3.04	Плотник 4р.-1, 2р.-2, Арматурщик: 5р.-1, 2р.-2, Слесарь: 4р.-1, Бетонщик 4р.-1, 2р.-1, Машинист 4р-1
14	Устройство монолитного пилона	100 м <sup>3</sup>	0.16	06-05-001-08	998	19.96	КБ	94.84	1.90	
15	Устройство монолитного перекрытия	100 м <sup>3</sup>	16	06-21-002-01	743.85	1487.70	Автобетононасос	1.6	3.20	Слесарь 4р.-1 Арматурщик: 4р.-1, 2р.-2, Бетонщик 4р.-1, 2р.-1, Машинист 4р-1
16	Монтаж шахты лифта	100 шт	0.16	07-05-035-04	268	5.36	КБ	38.5	0.77	Монтажник: 5р.-1, 4р.-1, 3р.-2; Машинист: 6р.-1
17	Монтаж лестничных площадок	100 шт	0.16	07-05-014-02	237	4.74	КБ	67.78	1.36	Монтажник: 4р.-2, 3р.-1, 2р.-1; Машинист: 6р.-1
18	Монтаж лестничных маршей	100 шт	0.32	07-05-014-04	220	8.80	КБ	66.08	2.64	

Продолжение таблицы А.1

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Обоснование пункта ГЭСН	Трудоемкость		Наимен. машин	Машиноёмкость		Состав звена
		Ед.изм.	Кол-во		нормат., чел-ч	всего, чел-см		нормат., маш-ч	всего, маш-см	
19	Кирпичная кладка наружных стен толщиной 510 мм	м <sup>3</sup>	2134.4	08-02-001-01	4.54	1211.27	КБ	0.4	106.72	Каменщик: 5р.-1, 4р.-1, 3р.-1; Машинист: 6р.-1 чел.
20	Кирпичная кладка внутренних стен толщиной 250 мм	м <sup>3</sup>	550.4	08-02-001-07	4.38	301.34	КБ	0.4	27.52	Каменщик: 5р.-1, 4р.-1, 3р.-1; Машинист: 6р.-1 чел.
21	Кладка перегородок из кирпича 120 мм	100 м <sup>2</sup>	58.4	08-02-002-05	121	883.30	КБ	4.11	30.00	Каменщик: 5р.-1, 4р.-1, 3р.-1; Машинист: 6р.-1 чел.
22	Установка оконных блоков	100 м <sup>2</sup>	10.4	10-01-034-06	145.19	188.75	подъемник одномачтовый	0.66	0.86	Плотник: 5р.-1, 4р.-1, 2р.-1; Машинист 5р.-1 чел.
23	Установка дверных блоков и проемов	100 м <sup>2</sup>	8.8	10-01-039-01	89.53	98.48	КБ	9.69	10.66	
24	Монтаж лифтов	шт	2	[20]	21	42.00	КБ			Монтажник: 5р.-1, 3р.-1, 2р.-2
25	Устройство кровли	100 м <sup>2</sup>	4.97	12-01-002-03	74.4	46.22	КБ	1.05	0.65	Кровельщик: 4р.-1, 3р.-1, 2р.-2; Машинист: 6р.-1 чел.
26	Прокладка внутренних электросетей	100 м <sup>3</sup> объема	282.2	[20]	2.2	620.84	-	-	-	Электромонтажник: 6р.-2ч, 3р.-2



## Окончание таблицы А.1

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Обоснование пункта ГЭСН	Трудоемкость		Наимен. машин	Машиноёмкость		Состав звена
		Ед.изм.	Кол-во		нормат., чел-ч	всего, чел-см		нормат., маш-ч	всего, маш-см	
27	Устройство сантехнических сетей	100 м <sup>3</sup> объема	282.2	[20]	3.5	987.70	-	-	-	Слесарь: 6р-2чел, 4р-2чел, 3р-2чел.
28	Теплофикация	100 м <sup>3</sup> объема	282.2	[20]	11.1	3132.42	-	-	-	
<b>Отделочный цикл</b>										
29	Оштукатуривание стен сухими растворными смесями	100 м <sup>2</sup>	202.4	15-02-019-03	32.49	822.00	растворонасос	0.23	5.82	Маляр-штукатур: 4р-5чел, 3р-6чел, 2р-5чел.
30	Устройство плитки в санузлах	100 м <sup>2</sup>	5.28	15-01-019-1	200	132.00	подъемник одномачтовый	0.81	0.53	Облицовщик: 4р-2чел, 3р-1чел.
31	Оштукатуривание потолков сухими растворными смесями	100 м <sup>2</sup>	72	15-02-019-04	37.74	339.66	растворонасос	0.01	0.09	Маляр-штукатур: 4р-5чел, 3р-6чел, 2р-5чел.
32	Установка сантехнического оборудования	100 м <sup>3</sup> объема	282.2	[20]	0.4	112.88	-	-	-	Слесарь: 6р-1чел, 3р-1чел.
33	Установка электрического оборудования	101 м <sup>3</sup> объема	282.2	[20]	0.2	56.44	-	-	-	Электрик: 6р-1чел.
34	Благоустройство территории	-	-	[20]	5% от общей трудоемкости	582.80	-	-	-	