

Министерство науки и высшего образования 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  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Торговый центр в г.Учалы

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Архитектурно-строительный»  
доцент

\_\_\_\_\_ Т.А. Кравченко  
\_\_\_\_\_ 2020 г.  
\_\_\_\_\_

Руководитель проекта:  
доцент

\_\_\_\_\_ Т.А. Кравченко  
\_\_\_\_\_ 2020 г.  
\_\_\_\_\_

Раздел «ТСП, ОСП»

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ В.Н. Кучин  
\_\_\_\_\_ 2020 г.  
\_\_\_\_\_

Автор проекта:

студент группы АС-422

\_\_\_\_\_ М.С. Газизов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.  
\_\_\_\_\_

Раздел «Расчетно-конструктивный»

к.т.н.

\_\_\_\_\_ И.С. Дербенцев  
\_\_\_\_\_ 2020 г.  
\_\_\_\_\_

Нормоконтролер:

доцент

\_\_\_\_\_ Т.А. Кравченко  
\_\_\_\_\_ 2020 г.  
\_\_\_\_\_

Челябинск 2020

# АННОТАЦИЯ

Газизов Марсель, торговый центр в г.Учалы,  
ул.Горького, 1Б – Челябинск: ЮУрГУ, 2020.  
93 с., 23 рис., библиографический список –  
22 наименований, листов чертежей ф.А1 – 5.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрен торговый центр в Республике Башкортостан, г.Учалы по ул.Горького, 1Б.

Представлены основные архитектурно-планировочные решения проектируемого здания, произведен теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, выполнен расчёт сборной преднапряженной плиты перекрытия.

Рассмотрена технология (выбор и обоснование машин и механизмов для производства работ, разработка технологических карт) и организация (разработаны строительный генеральный план и график производства работ) строительного производства.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Строительство данного торгового центра обусловлено отсутствием места проведения досуга среди населения города.

Также данный торговый центр предназначен для увеличения количества точек продаж розничной торговли, тем самым увеличивая рабочие места.

Основное функциональное назначение объекта – розничная торговля товарами повседневного спроса и товарами длительного пользования, а так же организация досуга местного населения. В качестве досуга предлагаются кинопоказы в кинотеатре, обучающие и развлекательные мероприятия.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

# 1 АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 1.1 Описание района строительства

Проектируемый торговый центр располагается по ул. Горького, 1Б. Проектируемый торговый центр будет возведён рядом с существующими зданиями. К западу находится ДДЮТ, с востока административное здания. С южного торца находится ЦПКиО. Главный фасад ориентирован на север.

На площадке строительства встречены следующие разновидности грунтов:

- ИГЭ №1 – Насыпной грунт (глина, суглинок, дресва, щебень, галька)
- ИГЭ №2 – Глина тугопластичная
- ИГЭ №3 – Суглинок тугопластичный

Глубина залегания водоносного горизонта от уровня существующего рельефа составляет от 2,7м до 3,6м.

Существующих экологических и физико-географических ограничений использования территории нет.

## 1.2 Природно-климатические условия

Климат г.Учалы — континентальный, с холодной зимой и жарким летом. Годовая норма осадков составляет 501 мм; максимальное количество осадков обычно приходится на июль, а минимальное — на январь-март. Зимой высота снежного покрова может достигать 132 см, однако обычно в конце зимы составляет чуть более 30 см .

Согласно СП [1] климатический район строительства – IV.

Расчетная ветровая нагрузка воздуха по III ветровому району – 38кг/м<sup>2</sup>.

Расчетная снеговая нагрузка по IV снеговому району – 2,0 кН/ м<sup>2</sup> согласно табл.10.1 СП[2]

Нормативная глубина промерзания – 1,90 м.

Влажностный режим здания – нормальный.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций – А.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

1. Температура воздуха, С°		
Абсолютная минимальная		45
Абсолютная максимальная		38
Средняя температура отопительного периода		6,5
Продолжительность отопительного периода		231
Наиболее холодной пятидневки	Обеспеченностью 0,98	37
	Обеспеченностью 0,92	34
Наиболее холодных суток	Обеспеченностью 0,98	39
	Обеспеченностью 0,92	37
2. Скорость ветра		
Преобладающее направление ветра за дек-февр		ЮЗ
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с		5,6
Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха 8°С		3,5
Преобладающее направление ветра за июнь - август		З
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с		0
3. Осадки		
Количество осадков за ноябрь - март, мм		132
Количество осадков за апрель - октябрь, мм		369
Суточный максимум осадков, мм		69

### 1.3 Генеральный план

Площадка строительства проектируемого торгового центра находится в г.Учалы, ул.Горького, 1Б.

На генеральном плане отражены проектируемый и существующий здания, дороги для проезда автомобилей, тротуары, благоустройство территории, парковки для транспортных средств.

Торговый центр находится в г.Учалы, ул. Горького, 1Б. на свободной территории. Подъезд к торговому центру осуществляется по ул.Горького. Подход к торговому центру возможен со стороны ул.Ленина и ЦПКиО. Главный фасад ориентирован в сторону Юга, где расположен ЦПКиО, северная сторона выходит на ул.Горького.

Парковки автомобилей расположены на территории торгового центра, как и парковка для МГН находятся в шаговой доступности(менее 50м до главного входа)

Ширина проездов равна 7,5м, ширина тротуаров 1,5м., вокруг здания имеется круговой пожарный проезд шириной 6м.

К торговому центру имеется проезд для служебного транспортного средства и автомобилей для разгрузки продовольствия.

Согласно СП [3] выполнен расчет количества машино-мест для посетителей торгового центра.

#### 1.3.1 Расчет машино-мест для посетителей торгового центра

Необходимое количество машино-мест для посетителей торгового центра определяется исходя из торговой площади:

- $3214/100$  (расчетная единица)=32,1;

$32,1 \times 5$  (число м/мест на расчетную единицу)=160м/мест.

Необходимое количество машино-мест для посетителей кинотеатров определяется исходя из количества мест в зрительных залах:

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- 130 мест в зрительных залах;  
 $130/100$  (расчетная единица) = 1,3;  
 $1,3 \times 10$  (число мест на расчетную единицу) = 13 м/мест.

Необходимое количество машино-мест для посетителей фуд-корта определяется исходя из количества посадочных мест:

- $72/100$  (расчетная единица) = 0,7;  
 $0,7 \times 10$  (число мест на расчётную единицу) = 7 м/мест

Необходимое количество машино-мест для сотрудников офисных помещений определяется исходя из количества сотрудников:

- $6$  (чел.) /  $100$  (расчётная единица) = 0,06;  
 $0,06 \times 5$  (числом/мест на расчётную единицу) = 0,3 = 1 м/место.

Необходимое количество машино-мест для посетителей детских зон определяется исходя из количества вместимости детских зон:

- $83$  (дет.) /  $100$  (расчётная единица) = 0,83;  
 $0,83 \times 10$  (число мест на расчётную единицу) = 8 м/мест.

Итого необходимое количество машино-мест для торгового центра составляет:

$$160 + 13 + 7 + 1 + 8 = 188 \text{ м/мест.}$$

Проектом предусмотрено 90 м/мест. Недостаток парковочных мест компенсируется за счёт близкого размещения общедоступной бесплатной гостевой автостоянки, расположенной в пешеходной доступности. Торговый центр расположен близко к остановкам общественного транспорта.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10



### 1.3.2 Расчёт количества машино-мест для маломобильной группы населения

Расчёт выполнен в соответствии с СП [4]

Около здания следует выделять 10% машино-мест (но не менее одного места) для людей с инвалидностью, в т.ч. специализированных расширенных – 5%:

$$188 \times 10\% = 19 \text{ машино-мест.}$$

Проектом предусмотрено:

19 машино-мест для МГН, в т.ч. специализированных расширенных -10м/м

### 1.3.3 Расчёт количества контейнеров для сбора ТКО

Расчёт выполнен согласно [5] Расчётные показатели образования твёрдых бытовых отходов приняты согласно п. 3.2 сборника.

На первом этаже располагаются:

- промтоварный магазин площадью 1150м<sup>2</sup>;

$$1150 \times 0,5 \text{ (годовая норма образования отходов)} = 575 / 12 \text{ (мес.)} = 47,9 \text{ м}^3 \text{ в месяц;}$$

- офисные помещения, рассчитанные на бчел;

$$6 \times 0,2 \text{ (годовая норма образования отходов)} = 1,2 / 12 \text{ (мес.)} = 0,1 \text{ м}^3 \text{ в месяц.}$$

$$47,9 + 0,1 = 48 / 5,0 \text{ (ёмкость контейнера)} = 9,6 \text{ (контейнеров)} / 15 \text{ (дней)} = 0,64 \text{ шт.}$$

На втором этаже располагаются:

- промтоварный магазин площадью 1258 м<sup>2</sup>

$$1258 \times 0,5 \text{ (годовая норма образования отходов)} = 629 / 12 \text{ (мес.)} = 52,4 \text{ м}^3 \text{ в месяц.}$$

$$52,4 / 5,0 \text{ (ёмкость контейнера)} = 10,5 \text{ (контейнеров)} / 15 \text{ (дней)} = 0,7 \text{ шт.}$$

На третьем этаже располагаются:

- фуд-корт на 40 посадочных мест;

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

$40 \times 1,2$  (годовая норма образования отходов) =  $48/12$  (мес.) =  $4 \text{ м}^3$  в месяц;

-кинотеатр на 130 посадочных мест;

$130 \times 0,2$  (годовая норма образования отходов) =  $26/12$  (мес.) =  $2,17 \text{ м}^3$  в месяц;

- фойе вместимостью 83 чел.;

$83 \times 0,2$  (годовая норма образования отходов) =  $16,6/12$  (мес.) =  $1,38 \text{ м}^3$  в месяц;

$4,0 + 2,17 + 1,38 = 7,55 / 5,0$  (вместимость контейнера) =  $1,5$  (контейнера) / 15 (дней) = 0,1 шт.

На антресоли располагаются:

- фуд-корт на 32 посадочных места;

$32 \times 1,2$  (годовая норма образования отходов) =  $38,4/12$  (мес.) =  $3,2 \text{ м}^3$  в месяц;

$3,2/5,0$  (вместимость контейнера) =  $0,64$  (контейнера) / 15 (дней) = 0,04 шт.

$0,64 + 0,7 + 0,1 + 0,04 = 1,48 = 2$  шт.

Проектом предусмотрена контейнерная площадка для сбора ТКО на два мусорных контейнера заглублённого типа  $V=5,0 \text{ м}^3$ .

В соответствии с требованиями п.п.8.1,8.2 СП [6] для объекта проектирования допускается устройство подъезда пожарной техники к зданию с одной продольной стороны. Проектом предусмотрена возможность подъезда пожарной техники к зданию не менее, чем с трех сторон ( с ул. Горького вдоль восточного фасада по ранее запроектированному проезду и далее на разворотную площадку вдоль южного фасада; с ул. Горького по второму въезду на парковки и далее по существующему проезду школы вдоль западного фасада торгового центра) и фактически проезд вокруг здания является кольцевым. Ширина проезда для пожарной техники предусмотрена 6 метров, что соответствует требованиям п. 8.6 СП [6].

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Покрытие автодорог рассчитано на допустимую нагрузку от пожарной техники не менее 16 тонн на ось. Автоподъезд обеспечивает установку пожарной техники.

Конструкция дорожной одежды принята исходя из санитарно-гигиенических требований и геологических условий площадки.

Проектом предусмотрена установка урн для мусора возле входных групп и скамьи

Таблица 1.1 – Расчет площадок

Тип площадки	Норма, м <sup>2</sup> /чел.	Нормативная площадь, м <sup>2</sup>	Проектная площадь, м <sup>2</sup>
Площадка для отдыха взрослых	0,1	73,5	300
Детская площадка	0,7	514	600
Площадка для хозяйственных целей	0,3	220,5	300
Автопарковка	0,8	588	6200

В связи с тем, что проектируемое здание размещено в существующем жилом квартале, сброс поверхностных вод осуществляется в существующие лотки.

Площадь участка  $P_{уч} = 5192 \text{ м}^2$ .

Площадь застройки  $P_з = 1625 \text{ м}^2$ .

Площадь твердых покрытий  $P_{т.п.} = 1213 \text{ м}^2$ .

Площадь озеленения  $P_{оз} = 2354 \text{ м}^2$ .

Процент застройки участка составляет 31%, твердые покрытия – 24%, озеленение – 45%.

## 1.4 Архитектурно-планировочные решения

Торговый центр, запроектированный на ул. Горького, 1Б в городе Учалы, представляет собой трехэтажное здание с подвалом, этажем-антресолю и техническим этажом. Здание торгового центра прямоугольное в плане с размерами 36,0 x 39,85 м (в осях).

Функциональное назначение объекта проектирования - розничная торговля товарами повседневного спроса и товарами длительного пользования, а также организация досуга местного населения (кинопоказы, обучающие и развлекательные мероприятия).

Здание запроектировано со следующими характеристиками пожарной безопасности:

- Степень огнестойкости здания (сооружения) – II;
- Класс конструктивной пожарной опасности – С0;
- Класс функциональной пожарной опасности – Ф3.1;
- Класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Главный вход для посетителей торгового центра размещён со стороны улицы Горького, от которой к зданию торгового центра ведут пешеходные дорожки, а на площадке перед зданием расположена гостевая парковка. По центру здания расположена зона атриума, в которой размещается вертикальный транспорт для перемещения посетителей между этажами здания – эскалаторы и панорамный лифт.

На первом этаже расположены торговые залы, служебные и технические помещения (помещения для размещения газопоршневой установки, электрощитовая, загрузочные для торгового центра и предприятия быстрого питания).

На втором этаже размещены торговые залы

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

На третьем этаже – кинокомплекс, включающий в себя: кинозал, гардероб, минимаркет и кассовую зону, фойе кинокомплекса, предприятие быстрого питания с обеденным залом и блоком производственно-бытовых помещений, зал торжеств.

Для размещения административно-бытовых помещений в осях "А"- "Е" в рядах "1"- "9" запроектирован антресольный этаж, на котором также размещается обеденный зал предприятия быстрого питания

- За относительную отметку 0.000 принята отметка пола первого этажа.
- Отметка верха парапетной стены здания +24.000.

Ограждающие конструкции здания сэндвич-панели.

По южному фасаду здания (фасад 1 ÷ 9) выполнено витражное остекление от отм. +4.000 до отм. +16.000.

Над входами в служебные помещения по ширине фасада выполнен козырёк. На отм. +16.000 запроектирован декоративный козырёк. Между козырьками от отм. +4.000 до отм. +16.000 устанавливаются декоративные Х-образные элементы из архитектурной сетки.

Внешний вид объекта обусловлен функциональными процессами, протекающими в здании. Здание, прямоугольное в плане, с простыми формами вписано в окружающую застройку, состоящую из многоэтажных жилых зданий.

Архитектурно-художественные решения здания соответствуют современным тенденциям в архитектуре.

В отделке материалов применяются лёгкие, современные материалы и конструкции.

Для повышения архитектурной выразительности здания торгового центра большое внимание в проекте уделено детальной проработке фасадов, организации выходов, а также наружной отделке и цветовому решению фасадов.

Главной деталью в отделке фасада являются выступающие декоративные элементы из композитных панелей, архитектурной сетки и витражи с цветными стенками.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

Художественная выразительность здания достигается использованием контрастных цветов в отделке стен. В основу взято сочетание белого и ярко-зеленого. Насыщенная цветовая гамма позволяет подчеркнуть функциональное назначение здания. Основные цвета при оформлении фасадов – зелёный и белый – приняты в соответствии с цветами символики Республики Башкортостан.

Оформление здания в зелёной цветовой гамме перекликается с расположенным рядом парком культуры и отдыха.

Витражи создают контраст по отношению к глухим частям здания и придают облику динамику и легкость. Игра выступающих и западающих плоскостей так же способствуют более динамичному восприятию фасадов.

Крупный масштаб архитектурных элементов фасада придает монументальность и лаконичность композиции объекта, гармонирующей с характером окружающей застройки.

Таблица 1.2 – Экспликация помещений торгового центра

Маркировка	Наименование помещения	Площадь, м <sup>2</sup>
<b>1 этаж</b>		
101	Тамбур	25,04
102	Атриум	282,58
105	Торговый зал	772,78
106	ГПУ	55,32
107	Электрощитовая	16,69
108	Тамбур	7,76
109	Загрузочная	15,4
110	Загрузочная продуктов	25,92
111	Загрузочная	22,79
112	Служебное помещение	13,65
113	Комната хранения уборного инвентаря	7,95
114	Тамбур-шлюз	10,23
115	Санузел для МГН	4,96
116	Санузел женский	12,30
117	Санузел мужской	7,73

118	Торговый зал	64,59
<b>2 этаж</b>		
203	Коридор	240,97
206	Торговый зал	64,07
207	Торговый зал	66,81
208	Торговый зал	546,94
209	Складское помещение	20,28
210	Административное помещение	9,38
211	Помещение персонала	27,35
212	Помещение безопасности МГН	13,99
213	Помещение уборочного инвентаря	7,95
214	Тамбур	10,23
215	Санузел МГН	4,6
216	Санузел женский	12,3
217	Санузел мужской	7,73
218	Торговый зал	197,10
<b>3 этаж</b>		
302	Фойе	318,55
306	Фойе кинокомплекса	94,62
307	Зона минимаркета	27,72
308	Кинозал на 62 места	139,27
309	Тамбур	1,51
310	Гардероб	19,49
311	Служебное помещение	20,28
312	Обеденный зал предприятий быстрого питания	159,04
313	Доготовочный цех	16,45
314	Моечная столовой посуды	15,47
315	Гардеробная	10,62
316	Санузел персонала	2,29
317	Моечная кухонной посуды	2,28
318	Кладовая продовольствия	5,95
319	Кладовая хранения пищевых отходов	1,77
320	Помещение уборочного инвентаря	1,76
321	Коридор	34,09
322	Кладовая посуды и кухонного инвентаря	3,32
323	Кладовая тары	4,31

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР

Лист

17

324	Кладовая кухонного инвентаря	5,04
325	Комната приема пищи персонала	22,79
326	Помещение безопасности МГН	12,06
327	Помещение уборочного инвентаря	7,95
328	Санузел МГН	4,96
329	Тамбур-шлюз	7,10
330	Санузел женский	12,31
331	Санузел мужской	7,67
332	Комната торжеств	34,21
333	Фойе	191,39
<b>4 этаж</b>		
402	Служебное помещение	10,31
403	Обеденный зал предприятий быстрого питания	116,26
404	VIP-зал	18,12
405	Коридор	17,32
406	Касса	12,73
407	Коридор	48,37
408	Администрация	17,62
409	Комната уборочного инвентаря	8,6
410	Помещение для емкости для сброса воды	4,04
411	Серверная	20,36
412	Комната приема пищи	14,96
413	Комната охраны	15,30
414	Администрация	46,97
415	Санузел	2,72
416	Санузел	2,72
<b>5 этаж</b>		
501	Вентиляционная камера	112,89
502	Котельная	85,59
503	Вентиляционная камера	162,03

## 1.5 Строительные конструкции

Конструктивная схема здания – полный каркас. Каркас здания объекта защиты выполнен в виде пространственной системы колонн, балок и ферм, образующих многопролетные жесткие продольные рамы, шарнирно



связанные в поперечном направлении балками и распорками. Элементы каркаса выполнены из металлических профильных строительных конструкций.

К несущим металлическим строительным конструкциям каркаса здания, отвечающим, в том числе, за геометрическую неизменяемость и устойчивость здания в целом относятся:

- колонны - К1-К3;
- ригели - РР1-РР3;
- распорки Р1 между колоннами в уровне перекрытий;

Фундамент под жилое здание – монолитные железобетонные ростверки на сваях.

Колонны К1 – металлические по СТО АСЧМ 20-93 из горячекатаных двутавров типа 35К2: прямоугольного сечения размером 350х350мм.

Колонны К2 –металлические по СТО АСЧМ 20-93 из горячекатаных двутавров типа 40К2: прямоугольного сечения размером 400х400мм.

Колонны К3 – металлические двутаврового сечения из стальных конструкций : полоса 449х10мм, полоса 300х16мм и горячекатаный двутавр по СТО АСЧМ 20-93-30К2: прямоугольного сечения 621х300мм.

Междуэтажные перекрытия здания выполнены из многопустотных плит перекрытия ПБ 2.2-90.12-8, ПБ 2.2-51-12-8 типовой серии ИЖ 568-03 толщиной 220 мм.

Ригели РР1 - металлические двутаврового сечения из стального горячекатаного двутавра по СТО АСЧМ 20-93 25 Ш1.

Ригели РР2 - металлические двутаврового сечения из стального горячекатаного двутавра по СТО АСЧМ 20-93 35 Ш1.

Ригели РР3 - металлические двутаврового сечения из стального горячекатаного двутавра по СТО АСЧМ 20-93 40 Ш1.

Распорки Р1 - выполненные из трубоквadrата по [7]сечением 160 х 6.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

Настил покрытия - совмещенное бесчердачное покрытие с основой из профилированного листа по металлическим балкам с приведенной толщиной металла не менее 4,0 мм. Конструкция кровли выполнена на основе кровельной системы ТН-Кровля Классик (№ 5) в составе;

- стальной профилированный настил толщиной 0,8 мм;
- пароизоляционный слой по профнастилу толщиной не более 2-х мм типа Паробарьер С;
- утеплитель – минераловатные плиты Техно Руф В Проф – 150 мм
- утеплитель - минераловатные плиты Техно Руф В Экстра толщиной 50 мм;
- кровельное покрытие – полимерная мембрана LOGICROOF V-RP толщ. 2,0 мм.

Ненесущие ограждающие конструкции – сэндвич-панели производства «Теплант» г.Самара, толщиной 150 мм. В соответствии с сертификатом соответствия, выданным АО «Теплант» и действительным до 10.04.2021 г., конструкции из панелей стеновых бескаркасных, марки ПСБ толщиной 150 мм с утеплителем из минеральной ваты плотностью 110-145 кг/м<sup>3</sup> (толщиной металла 0,5 – 0.7 мм), изготовленных по [8], серийный выпуск, имеет предел огнестойкости EI 150 при требуемом для ненесущих ограждающих конструкций E 15.

Внутренние стены лестничных клеток выполнены из полнотелого керамического кирпича марки КР-р- по 250×120×65/1НФ/100/2,0/50 по ГОСТ 530 –2012 на цементно-песчаном растворе М 75 толщиной 380 мм.

Марши и площадки лестниц – сборные железобетонные ступени по металлическим косоурам. Предел огнестойкости металлические балок и косоуров повышается до R 60 за счет применения огнезащиты металлических конструкций.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

В соответствии с п. 10.5 [9](п. 10.6) строительные конструкции, выполненные только из негорючих строительных материалов (НГ) относятся к классу пожарной опасности К0.

Наружные стены с внешней стороны. Несущие ограждающие конструкции – сэндвич-панели производства «Теплант» г. Самара, толщиной 150 мм. В соответствии с сертификатом, выданным АО «Теплант» и действительным до 10.05.2023 г., класс пожарной опасности конструкции из панелей стеновых бескаркасных, марки ПСБ толщиной 150 мм с утеплителем из минеральной ваты плотностью 110-145 кг/м<sup>3</sup> (толщиной металла 0,5 – 0.7 мм), изготовленных по [8], серийный выпуск – К0.

Отделка помещений торгового центра выполнена с учётом функционального назначения каждого конкретного помещения, технологических процессов, протекающих в помещении, и требований санитарно-гигиенических норм и правил.

Тамбур главного входа:

- ограждающие конструкции – витражи;
- потолки – подвесной потолок "Грильято";
- полы – керамогранит с нескользящей поверхностью.

Лестничные клетки:

- стены – окраска акриловыми составами;
- потолки – окраска акриловыми составами;
- полы – керамогранит с нескользящей поверхностью.

Торговые залы, фойе кинокомплекса, зал торжеств, обеденный зал предприятия быстрого питания, гардероб кинозала, кассовый зал и минимаркет кинокомплеса:

- стены – окраска акриловыми составами; поверхность металлическая с лакокрасочным покрытием (сэндвич-панели);
- перегородки – окраска акриловыми составами; стеклянные перегородки из полированного стекла;

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

- потолки – подвесной потолок "Грильято"; оштукатурка бетонных поверхностей;

- полы – керамогранит с нескользящей поверхностью.

Санузлы для маломобильных граждан, санузлы мужские и женские для посетителей, санузлы для персонала:

- стены – облицовка стен керамическими глазурованными плитками; поверхность металлическая с лакокрасочным покрытием (сендвич-панели);

- перегородки – облицовка стен керамическими глазурованными плитками;

- потолки – подвесной потолок "Армстронг";

- полы – керамогранит с нескользящей поверхностью.

Производственные помещения предприятия быстрого питания:

- перегородки – облицовка стен керамическими глазурованными плитками;

- потолки – подвесной потолок "Армстронг";

- полы – керамогранит с нескользящей поверхностью.

Кинозал:

- перегородки – облицовка акустическими панелями; окраска акриловыми составами;

- потолки – облицовка акустическими панелями;

- полы – линолеум на звукоизоляционной подоснове.

Административные помещения, помещение персонала, бухгалтерия:

- стены – окраска акриловыми составами; поверхность металлическая с лакокрасочным покрытием (сендвич-панели);

- перегородки – окраска акриловыми составами;

- потолки – подвесной потолок "Армстронг";

- полы – напольное покрытие на основе древесноволокнистой плиты высокой плотности (ламинат).

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

Загрузочные помещения, электрощитовая, вентиляционные камеры, котельная:

- стены – окраска водоэмульсионными составами; поверхность металлическая с лакокрасочным покрытием (сендвич-панели);
- перегородки – окраска водоэмульсионными составами;
- потолки – оштукатурка бетонных поверхностей;
- полы – бетонные с упрочнённым верхним слоем (с топпингом).

Помещение газопоршневой установки:

- стены – окраска акриловыми составами;
- перегородки – окраска акриловыми составами;
- потолки – окраска акриловыми составами;
- полы – бетонные с упрочнённым верхним слоем (с топпингом).

Двери:

- из ПВХ-профилей, из МДФ, стальные противопожарные, стальные наружные.

Ворота:

- секционные подъёмно-поворотные утеплённые.

Окна, витражи:

- из алюминиевых ПВХ-профилей с заполнением двухкамерными стеклопакетами (с тройным остеклением).

## 1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет проводится согласно [10] и [1]. Согласно [10] ограждающая конструкция здания должна удовлетворять следующим условиям:

1) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений,  $R_0^{пр} \geq R_0^{норм}$ ;

2) температурный перепад  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен быть выше нормативных, согласно табл.5[10];

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

3) Минимальная температура на всех участках внутренней поверхности наружных ограждений ( $t_{int}$ ) при расчётных условиях внутри помещения ( $t_b$  и  $\phi_{int}$ ) должна быть не менее температуры точки росы ( $t_d$ ).

Исходные данные для теплотехнического расчета:

- относительная влажность воздуха -  $\phi=60\%$ ;
- условия эксплуатации ограждающей конструкции – А;
- расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 -  $t_n = -34^\circ\text{C}$  по [1];
- расчетная температура внутреннего воздуха –  $t_b = 19^\circ\text{C}$  по [4];
- продолжительность отопительного периода -  $z_{от} = 231$  сут;
- средняя температура наружного воздуха за отопительный период –  $t_{от} = -6,5^\circ\text{C}$ .

1) Нормируемое сопротивление теплопередаче  $R_0^{норм}$  находится по формуле:

$$R_0^{норм} = a \cdot \text{ГСОП} + b \quad (1.1)$$

где, ГСОП – градусо–сутки отопительного периода,  $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ ;

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot z_{от} \quad (1.2)$$

$$\text{ГСОП} = (19 - (-6,5)) \cdot 231 = 5890,5 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$$

$a, b$  - коэффициенты, значения которых принимают по [10, таблица 3] для соответствующих групп зданий, для наружных стен общественных зданий  $a = 0,0003$ ;  $b = 1,2$ .

$$R_0^{норм} = 0,0003 \cdot 5890,5 + 1,2 = 2,967 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0^{усл}$  берем, для стеновой панели марки ПСБ толщиной 150 мм с утеплителем из минеральной ваты плотностью 110-145 кг/м<sup>3</sup>(толщиной металла 0,5-0,7мм), изготовленной по [8]

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0^{усл}$  найдем по формуле из [2, прил. Е]:

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_s}{\lambda_s} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \quad (1.3)$$

$$(1.3)$$

где,  $\alpha_{int}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемый согласно [10, табл.4];

$\alpha_{int} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – для наружных стен;

$\alpha_{ext} = 12$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – для наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом.

$$R_0^{усл} = \frac{1}{12} + 2 \cdot \frac{0,005}{50} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{1}{12} = 3,908 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

$$R_0^{усл} = 3,908 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

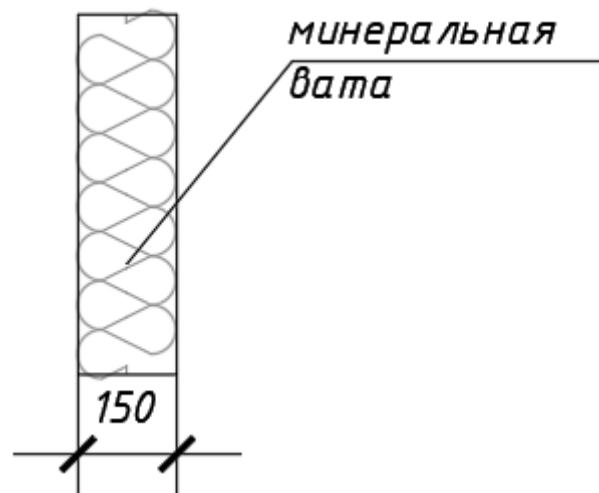


Таблица 1.6 – Характеристика слоев ограждающей конструкции

№	Слой	Толщина слоя	Коэффициент теплопроводности
1	Сталь	0,005	50
2	Минеральная вата	0,15	0,04
3	Сталь	0,005	50

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$  находится по формуле из [10, прил. Е]:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r \quad (1.4)$$

$r$  - коэффициента теплотехнической однородности, который учитывает теплопроводные включения, которые уменьшают приведенное сопротивление теплопередаче,  $r = 0,92$ .

$$R_0^{\text{пр}} = 3,908 \cdot 0,92 = 3,59 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \geq R_0^{\text{норм}} = 2,967 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Таким образом, приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0^{\text{пр}}$  больше, чем нормируемое сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{норм}}$ .  
Условие выполняется.

2) Расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции находится по [2]:

$$\Delta t_0 = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_0^{\text{пр}} \cdot \alpha_{\text{int}}} \quad (1.4)$$

$$\Delta t_0 = \frac{(19 - (-34))}{3,59 \cdot 8,7} = 1,697 \text{ °C}$$

Согласно условию, расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$  не должен быть больше нормативной величины приведенной в [10, табл. 5], согласно таблице, нормируемый температурный перепад для наружных стен общественных зданий  $\Delta t^{\text{н}} = 4,5 \text{ °C}$ .

$$\Delta t_0 = 1,697 \text{ °C} \leq \Delta t^{\text{н}} = 4,5 \text{ °C}$$

Условие выполняется.

3) Температура на внутренней поверхности наружных ограждений равна:

$$\tau_{\text{int}} = t_{\text{в}} - \Delta t_0 = 19 - 1,697 = 17,303 \text{ °C}$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26



При  $\varphi_{int} = 60\%$  и  $t_b = 19^\circ\text{C}$  согласно [10, прил. Р], температура внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции не должна быть меньше  $t_d=11,06^\circ\text{C}$ . Таким образом  $\tau_{int} > t_d$ , условие выполняется.

Конструкция стены соответствует всем требованиям.

## 1.6 Инженерные сети

Проектируемое здание оборудуется системами водоснабжения и канализации, вентиляции и дымоудаления, электроснабжения. Строительство производится в существующем микрорайоне, поэтому инженерное обеспечение жилого дома производится от существующих сетей.

### 1.6.1 Водоснабжение

В здании торгово-развлекательного комплекса предусмотрены внутренние системы:

- хозяйственно-противопожарного водоснабжения (В1);
- трубопровод горячей воды для горячего водоснабжения, подающий (Т3);
- трубопровод горячей воды для горячего водоснабжения, циркуляционный (Т4).

Предусмотрены наружные сети:

- хозяйственно-питьевого водоснабжения (В1).

Источником водоснабжения служат городские сети водоснабжения. Система ГВС предусмотрена с насосной циркуляцией от собственного ИТП.

### 1.6.2 Водоотведение

В здании торгово-развлекательного комплекса предусмотрены системы:

- бытовой канализации (К1);
- напорной бытовой канализации (К1Н);
- отвод конденсата от кондиционеров (К2);

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

- производственной канализации от доготовочного цеха (К3).

Предусмотрены наружные сети:

- бытовой канализации (К1);
- дождевой канализации (К2).

Выпуски бытовых и производственных, дождевых стоков производятся в проектируемые и существующие городские сети. Проектом предусматривается прокладка наружных сетей бытовой канализации от здания торгово-развлекательного комплекса до существующих сетей бытовой канализации, от дождеприемных колодцев, расположенных на территории автопарковки, до существующей городской сети дождевой канализации.

Наружные сети бытовой канализации приняты из двухслойных полиэтиленовых гофрированных труб.

Проектом предусматривается бытовая канализация (К1) от санитарно-технических приборов санузлов, душевых, помещений уборочного инвентаря и трапов, расположенных в котельной и венткамерах; производственная канализация (К3) от доготовочного цеха с последующим сбросом в проектируемую хозяйственно-бытовую наружную сеть; отвод конденсата от кондиционеров (К2) с последующим подключением системы К2 в систему К1.

В санузлах предусматривается установка унитазов, умывальников, писсуаров; в помещениях уборочного инвентаря предусматривается установка умывальников и мелких душевых поддонов; в помещениях душевых предусматривается установка душевых поддонов.

Санитарно-технические приборы приняты по действующим ГОСТ.

### 1.6.3 Вентиляция

Воздушное отопление торговых залов совмещено с приточной вентиляцией и осуществляется от приточно-вытяжных установок, расположенных в помещениях венткамер.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

Для воздушного отопления торговых залов проектом предусмотрено по две приточно-вытяжные установки, производительностью не менее 50% каждая, обслуживающие каждый этаж.

Воздухообмен в торговых залах определен по норме расхода воздуха на одного человека и путем пересчета на воздушное отопление.

Проектом предусмотрены установки с рециркуляцией воздуха. Регулирование количества рециркуляционного воздуха осуществляется по качеству внутреннего воздуха по датчику CO<sub>2</sub>, расположенному в вытяжном воздуховоде. В нерабочее время предусматривается работа приточно-вытяжных вентиляционных установок на полной рециркуляции.

Приточно-вытяжные установки приняты производства компании «ВКТ».

#### 1.6.4 Отопление

Проектом предусмотрено воздушное отопление торговых залов, совмещенное с приточной вентиляцией. Для отопления встроенных помещений 1-ого, 2-ого и 3-ого этажей, лестничных клеток и кинозалов проектом предусмотрена водяная система отопления.

Проектируемая водяная система отопления принята двухтрубная, тупиковая, с нижней разводкой трубопроводов. Отдельные ветки системы отопления предусмотрены для следующих помещений:

- кинозалов;
- лестничных клеток;
- встроенных помещений подвала, 1-ого, 2-ого и 3-ого этажей.

### 1.7 Пожарная безопасность

В торговом центре, расположенном по адресу: Республика Башкортостан, Учалинский район, город Учалы, улица Горького, дом №1Б (далее – «Объект»), предусматриваются системы обеспечения пожарной безопасности:

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

- система предотвращения пожара;
- система противопожарной защиты;
- комплекс организационно-технических мероприятий.

Предупреждение пожара достигается предотвращением образования в горючей среде источников зажигания, применением основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемой степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и строений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации.

Противопожарная защита Объекта достигается:

- применением объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
- устройством эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- устройством систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- применением систем коллективной защиты людей (противодымной) от воздействия опасных факторов пожара;
- применением огнезащитных составов и строительных материалов для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;
- применением первичных средств пожаротушения;
- применением автоматических установок пожаротушения;
- организацией деятельности подразделений пожарной охраны;
- проектными решениями генерального плана по обеспечению пожарной безопасности.

Организационно-технические мероприятия включают в себя:

- организацию пожарной охраны, организацию объектовой службы пожарной безопасности в соответствии с законодательством РФ;

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

- паспортизацию зданий и сооружений объекта в части обеспечения пожарной безопасности;
- организацию обучения персонала правилам пожарной безопасности;
- разработку и реализацию норм пожарной безопасности, инструкций о порядке обрушения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях людей при возникновении пожара;
  - изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности; порядок хранения веществ и материалов, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами, в зависимости от их физико-химических и противопожарных свойств;
- нормирование численности людей на объекте по условиям безопасности их при пожаре;
- разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей;
- основные виды, количество, размещение и обслуживание пожарной техники по [11] Применяемая пожарная техника должна обеспечивать эффективное тушение пожара (загорания), быть безопасной для природы и людей.
- Система обеспечения пожарной безопасности объекта выполнена согласно требованиям статьи 5 [12].Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

1.7.1 Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности и пожарно-технические характеристики строительных конструкций

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Степень огнестойкости здания – I

Класс конструктивной пожарной опасности – С0 согласно [13]

конструкций зданий, сооружений и пожарных отсеков определяется в соответствии с Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [11]

Порядок отнесения строительных конструкций к несущим элементам здания и сооружения устанавливается согласно [13].

К несущим конструкциям, участвующим в обеспечении общей устойчивости и геометрической неизменяемости здания при пожаре, относятся: колонны, балки перекрытия, фермы, прогоны, плиты перекрытия.

Степень огнестойкости и предел огнестойкости строительных конструкций приведены в таблице 4.1.

Соответствие строительных конструкций I степени огнестойкости здания и классу конструктивной пожарной опасности С0 приведено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Соответствие строительных конструкций нормам пожарной безопасности.

Пожарно-технические характеристики строительных конструкций						
№ п/п	Наименование конструкций	Требуемый предел огнестойкости и строительных конструкций	Требуемый класс пожарной безопасности и строительных конструкций	Расчетный предел огнестойкости и строительных конструкций	Расчетный класс пожарной безопасности и строительных конструкций	Вывод о соответствии
Несущие конструкции, участвующие в обеспечении общей устойчивости и геометрической неизменяемости здания при пожаре						
1	Стеновые сэндвич панели толщиной 120	E 30	K0	EI150	K0	соответствует
2	Кровельные сэндвич	RE 30	K0	REI30	K0	соответствует

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

	панели толщиной 150					
3	Колонны	R 120	K0	R 120	K0	соответствует
4	Балки перекрытия	R 120	K0	R 120	K0	Соответствует с применением состава "Унипол ОТ"
5	Прогоны покрытия	R 30	K0	R 45	K0	Соответствует с применением состава "Унипол ОТ"

№ п/ п	Наименование конструкций	Требуемый предел огнестойкости и строительных конструкций	Требуемый класс пожарной безопасности и строительных конструкций	Расчетный предел огнестойкости и строительных конструкций	Расчетный класс пожарной безопасности и строительных конструкций	Вывод о соответствии
--------------	-----------------------------	--	--	--	--	-------------------------

Несущие конструкции, участвующие в обеспечении общей устойчивости и геометрической неизменяемости здания при пожаре

6	Несущая ферма	R 120	K0	R 120	K0	Соответствует с применением состава "Унипол ОТ"
7	Фермы покрытия	R 30	K0	R 45	K0	Соответствует с применением состава "Унипол ОТ"
8	Стены лестничных клеток из шлакоблока	REI120	K0	REI>180	K0	соответствует

10	Плиты перекрытия с круглыми пустотами	REI45	K0	REI60	K0	соответствует
----	---------------------------------------	-------	----	-------	----	---------------

Для обеспечения требуемого предела огнестойкости балок перекрытия, прогонов, ферм необходимо покрыть огнезащитным составом «Унипол ОТ» по [8](толщиной слоя покрытия колонн 0.5 мм).

#### Характеристика здания

- класс ответственности здания – нормальный;
- класс функциональной пожарной опасности – Ф3.1, Ф2.1;
- класс конструктивной пожарной опасности – С0;
- степень огнестойкости здания – I;
- класс пожарной опасности строительных конструкций – К0;
- здание является отапливаемым.

#### 1.7.2 Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара

Конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения по зданию приняты с учетом возможности обеспечения эвакуации людей в случае пожара в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара.

Эвакуационные пути и выходы приняты с учетом обеспечения безопасной эвакуации людей. Двери из помещения открываются наружу по направлению эвакуации из здания согласно [14].

Выходы из зданий и сооружений, которые относятся к эвакуационным, приняты в соответствии со статьей 89 [12].

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34



### 1.7.3 Пути эвакуации для МГН

Пути эвакуации соответствуют требованиям их доступности и безопасности для передвижения инвалидов и не ограничивают условия жизнедеятельности других групп населения.

Расчетное количество МГН принято 55 чел. Предусмотрены доступные места для МГН в том числе и группы М 4. Здание оборудовано лифтами для обеспечения доступа на все этажи.

Эвакуация из помещений каждого этажа для МГН обеспечивается следующими мероприятиями:

- эвакуационные выходы из здания выполнены в одном уровне с отметкой пола либо оборудованы пандусом;
- габариты, уклоны, выступы и проемы на путях эвакуации запроектированы с соблюдением нормативных требований для аварийных ситуаций;
- ширина участков эвакуационных путей: коридоров — не менее 1,8 м, дверей, проемов и проходов внутри помещений – 1,2 м;
- поверхность входных площадок противоскользящая и имеет шероховатую поверхность;
- на поручнях лестниц установлены тактильные наклейки: в начале и конце лестничных маршей – об окончании перил (рельефные полосы шириной 0,3 м); перед выходом на этажную площадку – с номером этажа;
- на втором и третьем этажах, вблизи эвакуационных лестниц, предусмотрены зоны безопасности с противопожарными преградами, которые оснащены связью с помещением поста охраны;
- уровень освещенности в помещениях и на путях эвакуации соответствует нормативному;
- торговые залы оборудованы системой оповещения

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

**РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ**

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

## 2.1 Описание конструктивной схемы

Конструктивная система здания – каркасная. Для данного торгового центра применяется металлический каркас, он состоит из колонн металлических, ригелей металлических, распорок и железобетонных многопустотных плит с предварительным напряжением.

Несущий каркас здания состоит из связей распорок между колоннами и сопряжения плит перекрытия с колоннами и ригелями.

Пространственная жесткость обеспечивается устройством вертикальных связей – металлических колонн, закрепленных болтовым соединением с фундаментом и ригелями между данными колоннами, объединенных между собой горизонтальными дисками перекрытий.

Размеры здания в плане: 36 x 39,85 м

Этажность:

1 – 2 – торговые залы;

3 – кинокомплекс, обеденный зал;

4 – антресольный этаж;

5 – технический этаж.

Высота типового этажа – 4,500 м.

Высота технического этажа – 5,000 м.

Верхняя отметка здания + 24,000 м.

Колонны – металлические двутаврового сечения;

Ригели – металлические двутаврового сечения;

Распорки – металлические, выполненные из трубоквadrата;

Перекрытия – многопустотные плиты перекрытия ПБ 2.2-90.12-8, ПБ 2.2-51.12-8

В данном разделе представлен расчёт и конструирование многопустотной плиты перекрытия 2 этажа в помещении 207

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

## 2.2 Выбор геометрических параметров плиты

Раскладку плит перекрытия на этаже ведем таким образом, чтобы в итоге получилось минимальное количество типоразмеров. При раскладке плит перекрытий, распорки обеспечивают связь и устойчивость каркаса.

После раскладки плит перекрытия получаем, что типовые панели междуэтажного перекрытия имеют номинальную ширину 1,197 м с длинами 8,98 м и 5,08 м.

В недостающих местах будут устроены монолитные участки. План перекрытия представлен в графической части данной работы на листе 5.

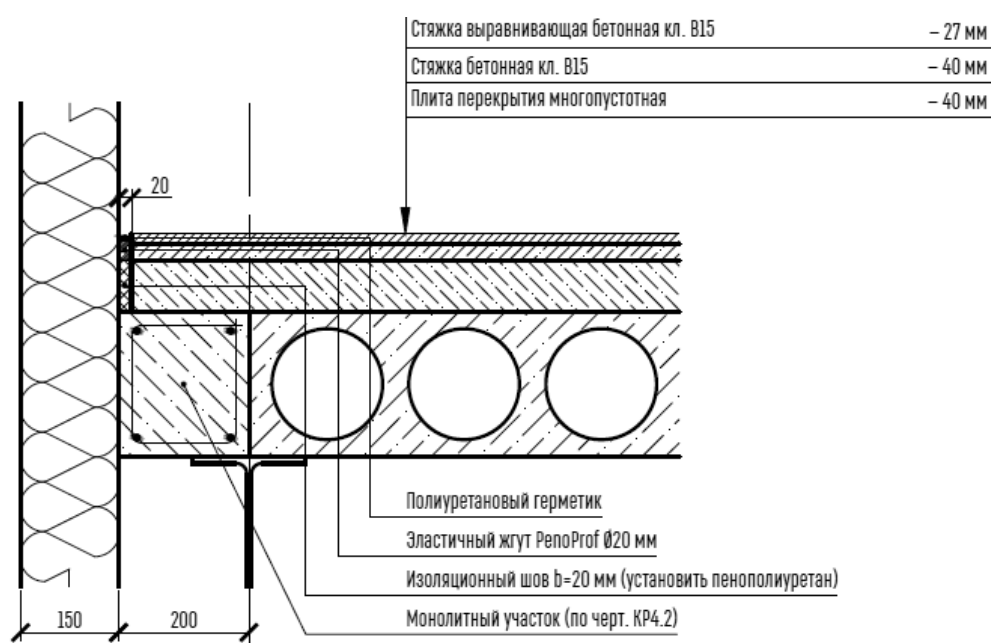


Рис. 2.2. Схема узла опирания панели на полку ригеля.

Расчет продольных геометрических параметров панели:

$l_{\text{п}}$  - конструктивная длина:  $l_{\text{п}} = 8980 \text{ мм}$

$b_{\text{оп}}$  - площадка опирания :  $b_{\text{оп}} = 175 \text{ мм}$ .

$l_0$  - расчетный пролет :  $l_0 = l_{\text{п}} - b_{\text{оп}} = 8980 - 175 \cdot 2 = 8630 \text{ мм}$ .

Расчетный пролет панели вычисляется как расстояние между осями площадок опирания панели на полку ригеля. Ось площадки опирания панели

принимается посередине (центру) площадки опирания. Фактически, ось располагается на расстоянии две трети площадки опирания от торца панели, так как эта эпюра напряжений при контакте панели и полки ригеля имеет форму треугольника (переменная нагрузка). Но при расчете ось принимается на расстоянии одна вторая площадки опирания от торца панели, то есть эпюра напряжений при контакте панели и полки ригеля принимается прямоугольной формы (равномерная нагрузка). Это делается для увеличения расчетного пролета панели, то есть в запас прочности.

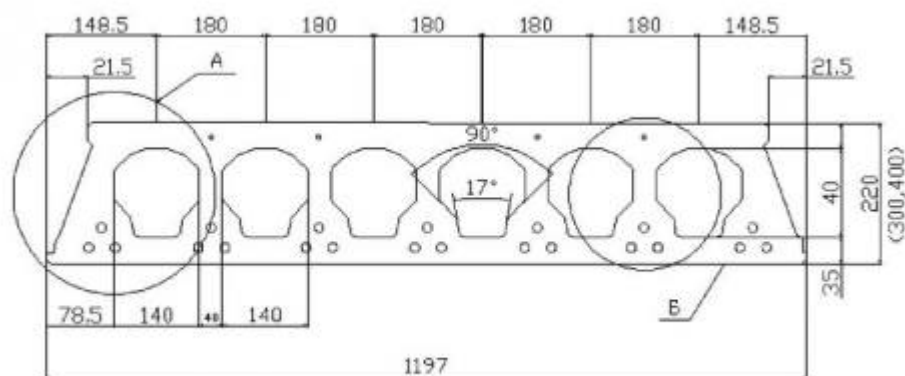


Рис.2.4. Геометрические характеристики поперечного сечения панели.

Расчет поперечных геометрических параметров панели:

$b_{пн}$  - номинальная ширина ( по осям) ,  $b_{пн} = 1200$  мм;

$b_{пк}$  - конструктивная ширина:  $b_{пк} = 1197$ мм;

$b_f$  - ширина полки:  $b_f = b_{пк} - 2 \cdot 21,5 = 1197 - 21,5 \cdot 2 = 1154$  мм;

$d_{от}$  – диаметр отверстия,  $d_{от} = 140$  мм.

$h_{п}$  – высота поперечного сечения предварительно напряженной панели,

$h_{п} = (0,03 \dots 0,04) l_2$ .

Принимаем  $h_{п} = 220$ мм.

## 2.3 Определние нагрузок, действующих на междуэтажное перекрытие на отметке +4,500

Так как мы рассматриваем данную плиту между первым и вторым этажом, то на данную плиту будут действовать постоянные, временные и полезные нагрузки.

1. Определим величину постоянной нагрузки:

Собственный вес плиты перекрытия:

$\gamma=2,5 \text{ т/м}^3$  (данные взяты с учётом дополнительного запаса),  $\gamma_f = 1,1$ ,  
 $h=220\text{мм}$

$$P = 2,5 \cdot 0,22 \cdot 1,1 = 0,605 \text{ т/м}^2 = 5935,1 \text{ Н/м}^2$$

Собственный вес пола(стяжка, ЦПР)

$$\gamma_{\text{ст}}=2,5 \text{ т/м}^3, \gamma_f=1,3, h=50\text{мм}$$

$$P_{\text{ст}}=2,5 \cdot 0,05 \cdot 1,3 = 0,1625 \text{ т/м}^2$$

$$\gamma_{\text{цпр}}=2,2 \text{ т/м}^3, \gamma_f=1,3, h=1,7\text{мм}$$

$$P_{\text{цпр}}=2,2 \cdot 0,0017 \cdot 1,3 = 0,0486 \text{ т/м}^2$$

Величина постоянной нагрузки  $P_{\text{пост}}=0,8161$

2. Определим величину кратковременной(полезной) нагрузки:

$$P_n=0,4\text{т/м}^2, \gamma_f=1,2$$

$$P_b=0,4 \cdot 1,2=0,48 \text{ т/м}^2$$

3. Определим величину длительной нагрузки(от технологических и сантехнических коммуникаций):

$$P_n=0,04, \gamma_f=1,3$$

$$P_{\text{п}}=0,04 \cdot 1,3=0,052 \text{ т/м}^2$$

Итого суммарная величина нагрузок на плиту :

$$P_c=0,605+0,1625+0,0486+0,48+0,052=1,348 \text{ т/м}^2 (13224 \text{ Н/м}^2)$$

Определим погонную расчётную нагрузку (погонная):

$$q_c = P_c \cdot b_{\text{пл}} \cdot \gamma_n,$$

где  $P_c$  – суммарная величина нагрузок;

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

$b_{пл}$  – ширина панели;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению здания,  $\gamma_n = 0,95$

$q_c = 13224 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 15075$  Н/м – полная расчётная нагрузка.

Определим полную нормативную нагрузку:

$q_{пн} = 11301 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 12883$  Н/м – полная нормативная нагрузка.

Определим продолжительно(длительно)действующую нормативную нагрузку

$q_{п,long} = 7377 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 8410$  Н/м – длительная нормативная нагрузка.

## 2.4 Выбор расчётной схемы панели и расчёт внутренних усилий в панели

Панель рассчитывается как изгибаемый элемент – стержень. Плита нагружена в поперечном направлении равномерно распределенной нагрузкой, которая вызывает поперечный изгиб. Стержень(плита) опирается шарнирно на опоры(ригели). В расчётной схеме опирание принимается с подвижным и неподвижным шарнирами на опорах.

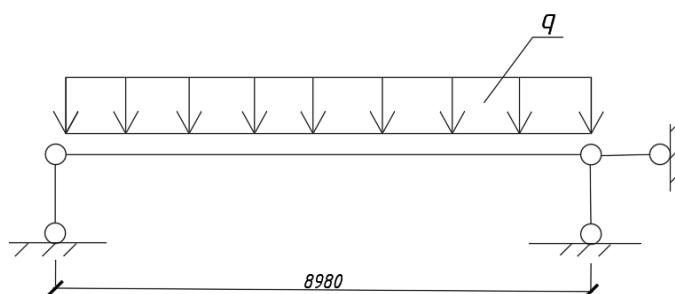


Рис. 2.5. Расчетная схема сборной панели.

Далее необходимо произвести расчёт внутренних усилий в плите перекрытия. Определим изгибающие моменты от полной расчётной, нормативной и продолжительно действующей нормативной нагрузки, а также поперечную силу от полной расчётной нагрузки и построим эпюры

1) Изгибающий момент от полной расчётной нагрузки:

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

$$M = \frac{q_c \cdot l^2}{8}$$

где  $l$  – расчётный пролет плиты перекрытия,

$q_c$  – полная расчётная нагрузка,

тогда  $M = \frac{15075 \cdot 8,63^2}{8} = 140,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$

2) Поперечная сила от полной расчётной нагрузки:

$$Q = \frac{q \cdot l}{2}$$

Тогда,  $Q = (15075 \cdot 8,63) / 2 = 65,05 \text{ кН}$

3) Изгибающий момент от полной нормативной нагрузки

$$M = \frac{q_{пн} \cdot l^2}{8}$$

$$M = \frac{12883 \cdot 8,63^2}{8} = 119,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

4) Изгибающий момент от продолжительно действующей нормативной нагрузки

$$M = \frac{q_{n,long} \cdot l^2}{8}$$

$$M = \frac{8410 \cdot 8,63^2}{8} = 78,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

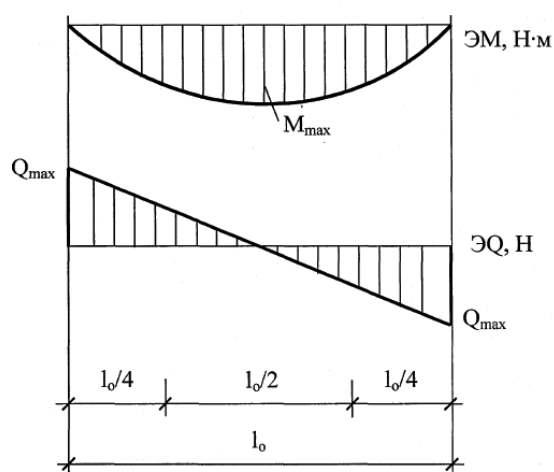


Рис.2.6. Эпюры внутренних усилий в панели.



## 2.5 Характеристики арматуры и бетона

Основное сырье для производства плиты перекрытия ПБ 2-90-12-8 это тяжелый бетон класса прочности В35. В данной плите перекрытия используются арматурные канат класса К7 диаметром 12 мм, а так же арматурная проволока класса Вр-II.

1) К7, Ø12,5 – напрягаемый канат

$$R_{sn} = R_{s,ser} = 1335 \text{ МПа,}$$

$$R_s = 1110 \text{ МПа}$$

$$E_s = 180000 \text{ МПа}$$

2) Вр-II – проволока арматурная

$$R_{sn} = R_{s,ser} = 1175 \text{ МПа,}$$

$$R_s = 980 \text{ МПа}$$

$$E_s = 200000 \text{ МПа}$$

3) Тяжёлый бетон класса В35

$$R_{bn} = R_{b,ser} = 25,5 \text{ МПа,}$$

$$R_b = 19,5 \text{ МПа}$$

$$R_{bt} = R_{bt,ser} = 1,95 \text{ МПа}$$

$$R_{bt} = 1,3 \text{ МПа}$$

$$E_b = 34,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$$

## 2.6 Выбор величины исходного предварительного напряжения в напрягаемой арматуре.

Предварительные напряжения арматуры  $\sigma_{sp}$  принимают не более  $0,9 R_{sn}$  согласно п.9.2.[15], где  $0,9$  – коэффициент  $\gamma_{sp}$ .

$\sigma_{sp}$  – величина предварительного напряжения в напрягаемой арматуре

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

$$\sigma_{sp} \leq 0,9 \cdot 1335 \text{ МПа} = 1202 \text{ МПа}$$

Для обеспечения безопасности производства работ принимаем значение равное 1102 МПа.

## 2.7 Подбор продольной напрягаемой рабочей арматуры из условия прочности сечения, нормального к продольной оси панели.

Расчёт реального сечения плиты перекрытия требует большого количества временных ресурсов, поэтому преобразуем сечение к приведенному, равнозначному реальному.

Приведём окружность к прямоугольному сечению. Они будут равнозначные, Если соблюдаются два условия:

- 1) Одинаковые площади реального и приведенного сечения,
- 2) Одинаковые моменты инерции реального и приведенного сечения.

Таким образом, запишем оба условия равнозначности:

$$A_{\text{окр}} = A_{\text{прям}}, \text{ тогда } 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 = b \cdot h$$

$$J_{\text{окр}} = J_{\text{прям}}, \text{ тогда } \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Согласно рисунку 2.4, диаметр отверстия в плите перекрытия равен 140мм.

Решая алгебраическое уравнение получаем значения  $b$  и  $h$  прямоугольного сечения:

$$b = 126,9 \text{ мм}, h = 121,3 \text{ мм}.$$

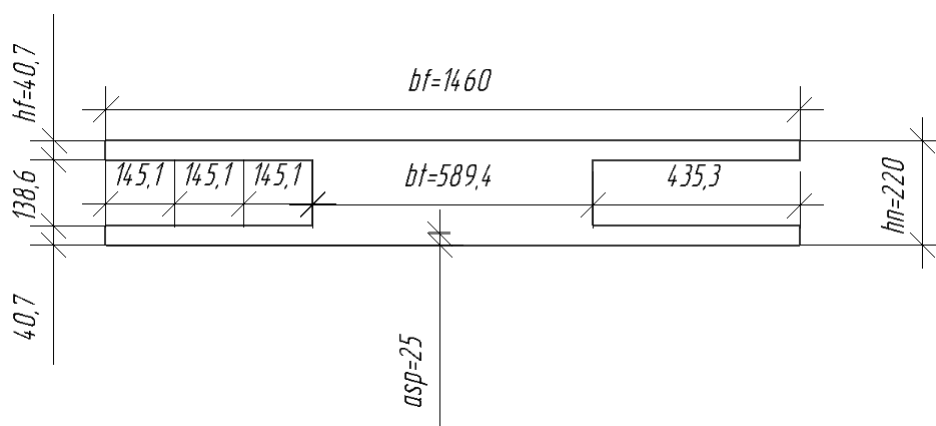


Рисунок 2.7.. Приведенное сечение многопустотной панели

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

На рисунке 2.7 показано приведенное тавровое сечение многопустотной плиты перекрытия, откуда следуют следующие значения:

$b_f$  – ширина полки сечения,

$$b_f = 1154 \text{ мм};$$

$b_t$  - ширина ребра сечения,

$$b_t = b_f - 6 \cdot b = 1154 - 6 \cdot 126,9 = 392,6 \text{ мм};$$

$h_f$  - высота полки сечения,

$$h_f = 0,5 \cdot (220 - 121,3) = 49,35 \text{ мм};$$

$h_{\Pi}$  - высота двутаврового сечения ( поперечного сечения панели),

$$h_{\Pi} = 220 \text{ мм};$$

$a_{sp}$  - расстояние от центра тяжести поперечного сечения ПНА  $A_{sp}$  до нижней грани;

$A_{sp}$  - площадь поперечного сечения предварительно напряженной арматуры.

Первоначально  $a_{sp}$  по опыту проектирования, но должно соблюдаться условие:

$$a_{sp} \geq a_{sc} + 0,5 \cdot d_{sp},$$

где  $d_{sp}$  - диаметр предварительно напряженной арматуры;

$a_{sc}$  - толщина защитного слоя бетона.

Так как диаметр арматуры в данной плите равен 12мм, а минимальная толщина защитного слоя принимается согласно п.5.2.1 по табл. 8.1[16] равна 20 мм, тогда:

$$a_{sp} \geq 20 + 0,5 \cdot 12 = 26 \text{ мм}.$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

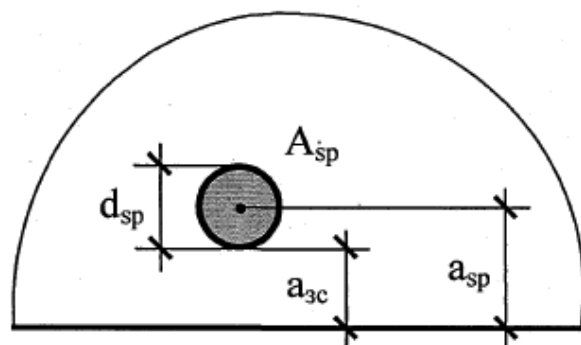


Рис. 2.8 Определение  $a_{sp}$  в сечении.  
 Определим рабочую высоту сечения  $h_0$ :

$$h_0 = h_{\Pi} - a_{sp} = 220 - 26 = 194 \text{ мм.}$$

Согласно п. 2.1.2.3 [16] влияние длительности действия статической нагрузки учитывается коэффициентом условия работы бетона  $\gamma_{b1}$ , вводимым к расчетным значениям сопротивлений  $R_b$  и  $R_{bt}$  и принимаем равными:

$\gamma_{b1} = 1,0$  - при непродолжительном действии нагрузки;

$\gamma_{b2} = 0,9$  - при длительном действии нагрузки.

Определим высоту сжатой зоны бетона:

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2 \cdot M_1}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b_f}}$$

$$x = 0,194 - \sqrt{0,194^2 - \frac{2 \cdot 140,3 \cdot 10^3}{19,5 \cdot 0,9 \cdot 10^{-6} \cdot 1,154}} = 0,004 \text{ м}$$

$x = 4 \text{ мм} < h_f = 49,35 \text{ мм}$  – это значит, что граница сжатой зоны проходит

по полке

Из имеющегося опыта проектирования принимаем, что наша плита разрушается по 1-му случаю разрушения ж/б конструкций, то есть выполняется условие  $\xi \leq \xi_R$ .

Определим требуемую прочность поперечного сечения напряженной арматуры  $A_{sp,t}$ .  $A_{sp,t}$  вычисляется без учета наличия в арматуре преднапряжения  $\sigma_{sp}$ . Подбор  $A_{sp,t}$  аналогичен  $A_{s,t}$  для ж/б конструкций без предварительного напряжения арматуры, из условия равенства усилий, воспринимаемой сжатым

бетоном и растянутой арматуры:

$$N_s = N_b \cdot (A_{sp} \cdot R_s = A_b \cdot R_b)$$

$$A_{sp,r} = \frac{\gamma_{b1} \cdot R_b \cdot b_f \cdot x}{R_s} = \frac{1 \cdot 19,5 \cdot 1,154 \cdot 0,004}{1150} = 0,78 \text{ см}^2 = 78 \text{ мм}^2$$

Для предварительно напряженной арматуры принимается арматурный канат К7 Ø 12 мм с площадью  $A_{sp} = 93,0 \text{ мм}^2 = 0,93 \text{ см}^2$ .

Проверим значение  $a_{sp}$  с учетом  $d_{sp} = 12 \text{ мм}$ .

$$a_{sp} = 26 \geq a_{sc} + 0,5 \cdot d_{sp} = 20 + 0,5 \cdot 12 = 26 \text{ мм}. \text{ – условие выполняется.}$$

Принимаем в качестве предварительно напряженной арматуры – арматурный канат К7 Ø 12 мм.

## 2.8 Определение геометрических характеристик приведенного поперечного сечения железобетонной плиты перекрытия.

Все расчёты, представленные ниже, выполнены согласно п.4.2.2.5 [16]

$a$  – коэффициент приведения арматуры,

$$a = E_s / E_b = \frac{200000 \text{ МПа}}{34,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}} = 5,8$$

$A_{red}$  – площадь приведенного сечения.

$$A_{red} = 2 \cdot b_f \cdot h_f + b_t \cdot h + a \cdot A_{sp} = 2 \cdot 115,4 \cdot 4,935 + 39,26 \cdot 12,13 + 5,8 \cdot 0,93 = 1620,62 \text{ см}^2$$

$S_{t,red}$  – статический момент площади приведенного сечения относительно наиболее растянутого волокна бетона, то есть по нижней грани приведенного сечения (I – I сечение).

$$S_{t,red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot y_i,$$

где  $A_i$  – площадь  $i$ -ой геометрической фигуры, составляющей приведенное сечение

$y_i$  – расстояние от центра тяжести

$$S_{t,red} = 115,4 \cdot 4,935 \cdot 0,5 \cdot 4,935 + 39,26 \cdot 12,13(0,5 \cdot 12,13 + 4,935) +$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

$$4,935 \cdot 115,4 \cdot (0,5 \cdot 4,935 + 12,13 + 4,935) + 5,8 \cdot 0,93 \cdot 2,5 = 17857,44 \text{ см}^3$$

$y_t$  – расстояние от наиболее растянутого волокна бетона, то есть от оси I-I, до центра тяжести приведенного сечения

$$y_t = \frac{S_{t,red}}{A_{red}} = \frac{17857,44}{1620,62} = 11 \text{ см}$$

$I_{red}$  – момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести. Проводим ось 0-0, проходящая через центр тяжести и параллельная I-I.

$I_{red}$  рассчитывается относительно оси 0-0

$$I_{red} = \sum_{i=1}^n I_i^{0-0} = \sum_{i=1}^n (I_i^{собств} + A_i \cdot a_i^2)$$

$$I_{\text{прям}} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_{\text{круга}} = \frac{\pi \cdot d^4}{64} - \text{собственным моментом инерции арматуры можно пренебречь.}$$

$$I_{red} = 2 \cdot \left( \frac{115,4 \cdot 4,935^3}{12} \right) + 4,935 \cdot 115,4 \cdot (11 - 0,5 \cdot 4,935)^2 + 4,935 \cdot 115,4 (22 - 0,5 \cdot 4,935 - 11)^2 + \frac{39,26 \cdot 12,13^3}{12} + 39,26 \cdot 12,13 \cdot (0,5 \cdot 22 - 11)^2 + 5,8 \cdot 0,93 \cdot (11 - 2,5)^2 =$$

$$= 2311,62 + 43261,33 + 49829,57 + 5839,17 + 0 + 389,72 = 101631,41 \text{ см}^4$$

Моменты сопротивления приведенного сечения для крайних растянутых волокон определяются согласно п.4.2.2.5 [16]

$$W_{red} = I_{red} / y_t = 101631,41 / 11 = 9239,22 \text{ см}^3$$

$$W'_{red} = I_{red} / (h_{п} - y_t) = 101631,41 / (22 - 11) = 9239,22 \text{ см}^3$$

Рассмотрим ядро сечения. Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до верхней и нижней ядровой точки определяются согласно п.4.2.2.5 [16]

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до верхней ядровой точки:

$$R_{sup} = W_{red} / A_{red} = 9239,22 / 1620,62 = 5,7 \text{ см.}$$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до нижней ядровой точки:

$$R_{inf} = W'_{red} / A_{red} = 9239,22 / 1620,62 = 5,7 \text{ см.}$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

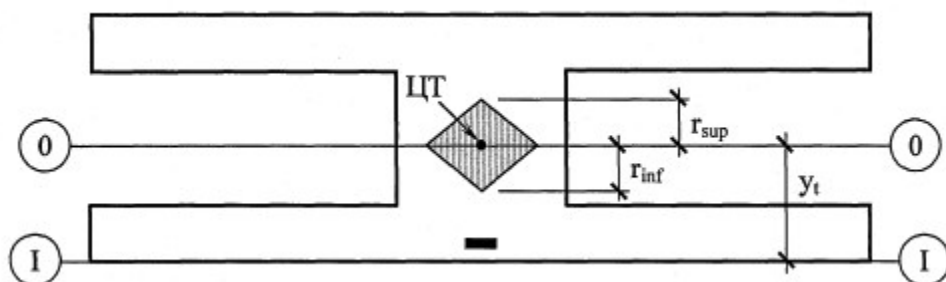


Рисунок 2.9. К определению геометрических характеристик приведенного сечения

## 2.9 Определение потерь предварительного напряжения в напрягаемой рабочей арматуре.

Согласно п. 2.2.3.2 [16] следует учитывать потери в предварительном напряжении рабочей арматуры при расчёте преднапряженных конструкций на два вида потерь:

Первые потери – потери предварительного напряжения до передачи усилия натяжения на бетон:

- 1) Потери от релаксации напряжений  $\Delta\sigma_{sp1}$
- 2) Потери во время термической обработки от перепада температур  $\Delta\sigma_{sp2}$
- 3) Потери от деформации стальных упоров  $\Delta\sigma_{sp3}$
- 4) Потери от деформации анкеров натяжных устройств  $\Delta\sigma_{sp4}$

Вторые потери – после передачи усилия натяжения на бетон:

- 5) Потери от усадки бетонной смеси  $\Delta\sigma_{sp5}$
- 6) Потери от ползучести бетона  $\Delta\sigma_{sp6}$

Далее необходимо произвести расчёты и определить значения каждого из вида потерь.

- 1) Потери от релаксации напряжений  $\Delta\sigma_{sp1}$  определим согласно п.2.2.3.3[16]

В данной выпускной квалификационной работе используется в качестве

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

напрягаемой арматуры - арматурный канат К7 Ø 12мм и механический способ натяжения арматуры на упоры, тогда согласно [16]:

$$\Delta\sigma_{sp1} = 0,1 \cdot \Delta\sigma_{sp0} - 2,$$

где  $\Delta\sigma_{sp0}$  – исходная величина предварительного напряжения, которое мы приняли 1102 МПа.

$$\Delta\sigma_{sp1} = 0,1 \cdot 1102 - 2 = 110,2 - 2 = 108,2 \text{ МПа.}$$

2) Потери от перепада температур при термической обработке определяются согласно п.2.2.3.4 того же СП:

Но в данном случае эти потери равны нулю, так как перепада температур нет

$$\Delta\sigma_{sp2} = 0 \text{ МПа}$$

3) Потери от деформации стальных упоров определяются согласно п.2.2.3.5: Так как в данном случае отсутствует информация о конструкции формы и технологии его производства, то допустимо принять  $\Delta\sigma_{sp3} = 30$  МПа.

4) Потери от деформации анкеров натяжных устройств определяются согласно п.2.2.3.6 того же СП.

$$\Delta\sigma_{sp4} = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s,$$

где  $\Delta l$  – обжатие анкеров;

$l$  – расстояние между наружными гранями упоров

Так как у нас отсутствуют данные, то принимаем  $\Delta l = 2$  мм.

$l \approx l_{п} + 500 = 8980 + 500 = 9480$  мм, тогда:

$$\Delta\sigma_{sp4} = \frac{2}{9480} \cdot 1,8 \cdot 10^5 = 38 \text{ МПа}$$

Теперь определим сумму первых потерь :

$$\Delta\sigma_{sp1} = 108,2 + 0 + 30 + 38 = 176,2 \text{ МПа.}$$

5) Потери от усадки бетона определяются согласно п.2.2.3.7 [16]

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s,$$

где  $\varepsilon_{b,sh}$  - деформация усадки бетона, принимаем 0,0002 для В35.

$$\Delta\sigma_{sp5} = 0,0002 \cdot 1,8 \cdot 10^5 = 36 \text{ МПа}$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50



б) Потери от ползучести бетона определяются согласно п.2.2.3.8 того же СП

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0.8\alpha\varphi_{b,cr}\sigma_{bp}}{1 + \alpha\mu_{sp} \left(1 + e_{op}^2 \frac{A_{red}}{I_{red}}\right) (1 + 0.8\varphi_{b,cr})}$$

Определим неизвестные из данного уравнения:

$a = 5,8$  – коэффициент приведения арматуры,

$\varphi_{b,cr} = 2,1$  так как класс бетона В35 и относительная влажность 55%,

$\mu_{sp}$  – коэффициент армирования согласно п.2.23.8,

$$\mu_{sp} = A_{sp}/A_{red} = 0,93/1620,62 = 0,58 \cdot 10^{-3},$$

$$A_{red} = 1620,62 \text{ см}^2,$$

$$I_{red} = 101631,41 \text{ см}^4$$

$$e_{op} = y_t - a_{sp} = 110 - 26 = 84 \text{ мм},$$

$\sigma_{bp}$  – напряжения в бетоне на уровне центра тяжести напрягаемой арматуры, определяется согласно п.2.2.3.10

$$\sigma_{bp} = \frac{P_{(1)}}{A_{red}} + \frac{(P_{(1)}e_{op} - M_{cb})e_{op}}{I_{red}},$$

$P_{(1)}$  – усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь,

$$P_{(1)} = (\sigma_{sp,0} - \Delta\sigma_{sp(1)}) \cdot A_{sp} = (1102 - 176,2) \cdot 0,93 = 861 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2 = 86,1 \text{ кН}$$

$M_{cb}$  – момент от собственного веса плиты от нормативной нагрузки,

$$M_{cb} = \frac{g_{nn}b_{nn}l_0^2}{8}$$

$$M_{cb} = \frac{5935,1 \cdot 8,63^2 \cdot 1,2}{8} = 66,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{86,1 \cdot 10^3}{1620,62} + \frac{86,1 \cdot 10^3 \cdot 8,4 - 66,3 \cdot 10^5}{101631,41} = -43,51 \text{ МПа}$$

$\sigma_{bp} < 0$ , значит бетон на уровне ЦТ растянут.

Теперь, зная все необходимые значения, определим потери от ползучести

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

бетона  $\Delta\sigma_{sp6}$

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0,8 \cdot 5,8 \cdot 2,1 \cdot 43,51}{1 + 5,8 \cdot 0,58 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 8,4^2 \cdot \frac{1620,62}{101631,41}) \cdot (1 + 0,8 \cdot 2,1)} = 426,56 \text{ МПа}$$

Теперь определим полные значения потерь от первого и второго вида потерь.

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = \Delta\sigma_{sp(1)} + \Delta\sigma_{sp5} + \Delta\sigma_{sp6} = 176,2 + 36 + 426,56 = 638,76 \text{ МПа}$$

Согласно п.2.2.3.9 полные суммарные потери для арматуры, находящейся в растянутой зоне конструкции во время её эксплуатации следует принимать не менее 100 МПа.

638,76 МПа > 100 МПа – условие выполняется.

## 2.10 Проверка прочности плиты перекрытия по сечению, нормальному к продольной оси плиты, на действие изгибающего момента.

Далее расчёт на действие изгибающих моментов по предельным усилиям в преднапряженной плите перекрытия произведен согласно п. 3.1.2 [16].

Согласно п.3.1.2.2 того же СП расчёт по прочности нормальных сечений следует производить в зависимости от соотношения  $\xi$  и  $\xi_R$ . Существует два случая:

- 1)  $\xi < \xi_R$  - 1-й случай разрушения конструкции (разрыв растянутой арматуры)
- 2)  $\xi > \xi_R$  – 2-й случай разрушения конструкции (разрушение по сжато-му бетону)

Необходимо достичь того, чтобы разрушение происходило по первому случаю, так как в данном случае проявляется максимум прочности арматуры, а при разрушении по второму случаю конструкция переармирована.

Определим значение  $\xi_R$  согласно [16] формула 32:

$$\xi_R = \frac{0,8 \cdot \varepsilon_{s,el}}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b,ult}}}$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

где  $\varepsilon_{s,el}$  – относительная деформация арматуры при достижении в арматуре напряжения, равного  $R_s$ ,

$\varepsilon_{b,ult}$  – относительная деформация сжатого бетона при достижении в бетоне напряжения, равного  $R_b$ , в данном случае принимаем равным 0,0035.

Определим  $\varepsilon_{s,el}$  согласно формуле 33 того же СП.

$$\xi_{s,el} = \frac{R_s + 400 - \sigma_{sp}}{E_s}$$

где  $\sigma_{sp} = \sigma_{sp,0} \cdot 0.9 - \Delta\sigma_{sp(2)} = 1102 \cdot 0.9 - 638.76 = 353$  МПа

Тогда:

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{1110+400-353}{1.8 \cdot 10^5} = 0,00643$$

Теперь определим  $\xi_R$ :

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{0,00643}{0,0035}} = 0,28,$$

Расчёт по прочности сечений изгибаемых элементов производится согласно п.3.1.2.5 из условия 34:

$$M \leq M_{ult}$$

$M$  – изгибающие моменты внешней нагрузки,

$M_{ult}$  – предельный момент, воспринимаемый сечением.

$M=140,3$  кН·м – изгибающий момент от полной расчетной нагрузки.

Необходимо так же проверить условие:

$$\xi \leq \xi_R,$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{4}{194} = 0,021, \text{ тогда}$$

$0,021 \leq 0,28$  – условие выполняется

Необходимо найти действительное значение  $x$ , так как была принята реальная арматура с другим значением  $A_{sp}$ :

$$x = \frac{A_{sp} \cdot R_s}{b_f \cdot R_b \cdot \gamma_{b1}}$$

Тогда, учитывая все известные параметры:

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

$$x = \frac{0,93 \cdot 1110}{115,4 \cdot 19,5 \cdot 1} = 4,58 \text{ см} = 45,8 \text{ мм}$$

$X = 45,8 \text{ мм} < h_f = 49,35 \text{ мм}$ , значит что сжатая зона бетона проходит в полке.

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{45,8}{194} = 0,236$$

$$\xi = 0,236 \leq \xi_R = 0,28$$

Данное условие выполняется, что свидетельствует о том, что разрушение происходит по арматуре. Это соответствует нормам и при расчёте рекомендуется соблюдать данное условие. Теперь необходимо определить  $M_{ult}$ .

$$\begin{aligned} M_{ult} &= R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot b_f \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 19,5 \cdot 1 \cdot 115,4 \cdot 4,58 \cdot (19,4 - 0,5 \cdot 4,58) = \\ &= 176342 \text{ МПа} \cdot \text{см}^3 = 176,3 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Проверим условие  $M \leq M_{ult}$ :

$M = 140,3 \text{ кН} \cdot \text{м} \leq M_{ult} = 176,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$  – несущая способность нормального сечения плиты по изгибающему моменту внешней нагрузки обеспечена.

## 2.11 Проектирование и подбор поперечной арматуры исходя из конструктивных требований и подбор поперечного сечения хомутов.

Согласно п.8.3.11 [17] можно сделать вывод о том, что поперечная арматура не нужна в данной плите перекрытия, так как конструктивная высота плиты перекрытия менее 300 мм.

## 2.12 Расчёт прочности по наклонному сечению

Расчёт предварительно напряженных конструкция производится по условию 65 [16]

$$Q < Q_b + Q_{sw},$$

где  $Q$  – поперечная сила в наклонном сечении;

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

$Q_b$  – поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении;  
 $Q_{sw}$  – поперечная сила, воспринимаемая арматурой в наклонном сечении, в нашем случае  $Q_{sw} = 0$ .

Определим поперечную силу в наклонном сечении:

$$Q = Q_{\max} - q_n(c + 0,5 \cdot b_{оп}),$$

Где  $Q_{\max}$  – поперечная сила от полной расчётной нагрузки = 65,05 кН

$q_n$  – полная расчётная нагрузка,  $q_n = 15075$  Н/м

$b_{оп}$  – площадка опирания плиты,  $b_{оп} = 175$  мм

$c$  – наиболее опасная длина проекции наклонного сечения:

$$c = 2 \cdot h_0 = 0,194 \cdot 2 = 0,388 \text{ м.}$$

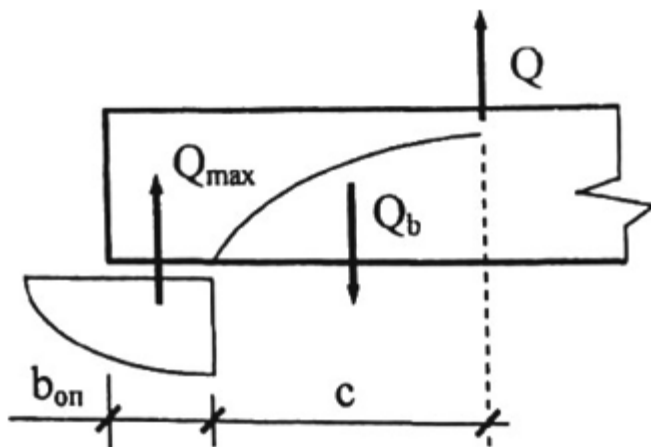


Рисунок 2.10 – К определению Q

$$Q = 65,05 - 15075(0,388 + 0,5 \cdot 0,175) \cdot 10^{-3} = 57,88 \text{ кН ,}$$

Определим поперечную силу  $Q_b$  согласно того же СП по формуле 66:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2 \gamma_{b1}}{c}$$

При этом должно выполняться условие:

$$0,5 R_{bt} b h_0 \gamma_{b1} \leq Q_b \leq 2,5 R_{bt} b h_0 \gamma_{b1}$$

$\varphi_{b2} = 1,5$  - коэффициент, принимаемый согласно п. 3.1.5.3 СП[2];

$b$  - ширина ребра таврового приведённого сечения,  $b = b_t = 589,4$  мм;

$R_{bt} = 1,3$  МПа - расчётное сопротивление бетона на осевое растяжение;

Тогда, определим поперечную силу :

$$Q_b = \frac{1,5 \cdot 1,3 \cdot 10^6 \cdot 0,194^2 \cdot 0,5894 \cdot 0,9}{0,388} = 100,34 \text{ кН}$$

Определим нижний предел:

$$Q_{b\text{ниж}} = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 10^6 \cdot 0,194 \cdot 0,5894 \cdot 0,9 = 66,9 \text{ кН}$$

Определим верхний предел:

$$Q_{b\text{верх}} = 2,5 \cdot 1,3 \cdot 10^6 \cdot 0,194 \cdot 0,5894 \cdot 0,9 = 334,45 \text{ кН.}$$

Проверим условие:

$$66,9 \text{ кН} < 100,34 \text{ кН} < 334,45 \text{ кН}$$

Так как условие выполняется, то можно сделать вывод, что несущая способность наклонного сечения обеспечена.

### **2.13 Расчёт плиты по образованию трещин , нормальных к продольной оси панели, в стадии эксплуатации**

Согласно п. 4.1.2 [16] расчёт по образованию трещин производят для проверки необходимости расчёта по раскрытию трещин, а также для проверки необходимости учёта трещин при расчёте по деформациям (прогибам).

Согласно п. 4.1.3 [16] при расчёте по предельным состояниям второй группы нагрузки принимают с коэффициентом надёжности по нагрузке  $\gamma_f = 1,0$ .

Согласно п. 4.1.4 [16] расчёт изгибаемых предварительно напряжённых элементов по предельным состояниям второй группы производят как при внецентренном сжатии на совместное действие усилий от внешней нагрузки  $M$  и продольной силы, равной усилию предварительного обжатия  $P$

Согласно п. 4.2.1.1 [16] расчёт предварительно напряжённых изгибаемых элементов по раскрытию трещин производят в тех случаях, когда соблюдается условие (75):

$$M > M_{сгс}$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

где  $M$  – изгибающий момент от внешней нагрузки,

$M_{\text{сгс}}$  - изгибающий момент, воспринимаемый до образования трещины

$$M = M_{\text{п}} = 119,9 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Согласно п.4.2.2.4 того же СП  $M_{\text{сгс}}$  определяется согласно формуле 80:

$$M_{\text{сгс}} = R_{\text{bt,сгс}} \cdot W \pm M_{\text{гр}}$$

где  $W$  – момент сопротивления приведенного сечения,

$M_{\text{гр}}$  – момент, возникающий от усилия предварительного напряжения.

Сумму моментов принимают, если вращения этих моментов противоположны, а разницу в случае направления вращения в одну сторону.

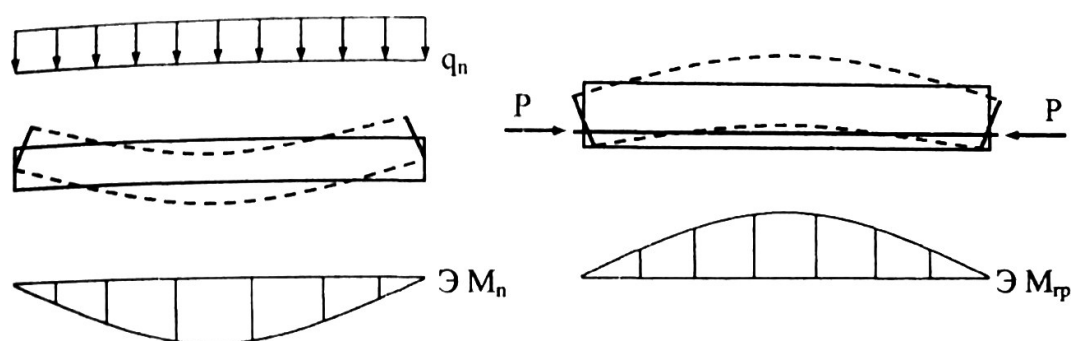


Рисунок 2.11 – направление вращения моментов

Так как моменты противоположны, то принимаю сумму этих моментов.

$$M_{\text{гр}} = P \cdot e_{\text{гр}}$$

где  $e_{\text{гр}}$  – расстояние от точки приложения усилия предварительного обжатия до ядровой точки, то есть  $e_{\text{гр}} = e_{\text{оп}} + r$ ;

где  $e_{\text{оп}}$  - расстояние от точки приложения усилия предварительного обжатия  $P$  до ЦТ приведённого сечения;  $r$  - расстояние от ЦТ приведённого сечения до ядровой точки;

В данной проверке мы определяем  $M_{\text{гр}}$  при расчёте по образованию трещин в нижней зоне сечения, растянутой от действия внешних нагрузок, но сжатой от действия усилия предварительного обжатия  $P$ .

В нашем случае растянутая зона бетона, трещинообразование которой проверяется, расположена внизу поперечного сечения, значит  $r = r_{\text{sup}}$ , то есть

расстоянию от ЦТ приведённого сечения до верхней ядровой точки (рис. 2.18).

$r = r_{sup}$  - расстояние от ЦТ приведённого сечения до ядровой точки, наиболее удалённой от растянутой зоны, трещинообразование которой проверяется.

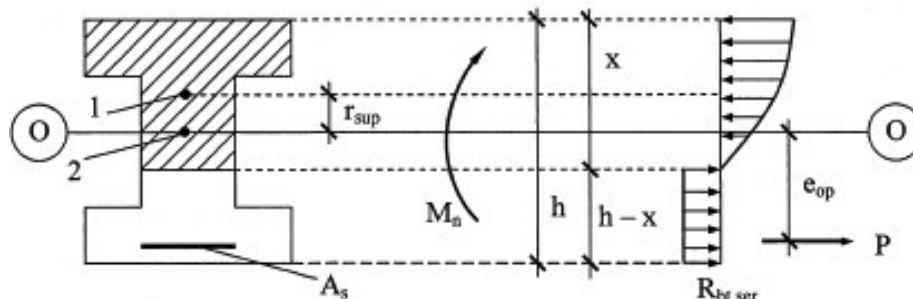


Рисунок 2.12 обозначение и обоснование расчёта момента  $M_{гр}$ , 1 – верхняя ядровая точка, 2 – ЦТ приведенного сечения

$$e_{гр} = e_{op} + r_{sup} = 8,4 + 5,44 = 13,84 \text{ см}$$

Значение величины  $P$  находится с учётом коэффициента точности натяжения арматуры  $u_{sp}$ . Значение коэффициента  $y_{sp}$  принимается равным 0,9 ( $y_{sp} < 1$ ), так как на данной стадии работы конструкции предварительное напряжение имеет благоприятное влияние.

От значения  $P$  зависит трещиностойкость конструкции, то есть  $P$  – сопротивление конструкции возникновению трещин.

$$P = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp,0} \cdot y_{sp} - \Delta\sigma_{sp,2}) = 0,93 \cdot (1102 \cdot 0,9 - 638,76) = 328,32 \text{ кН}$$

Тогда, определим момент от усилия предварительного напряжения:

$$M_{гр} = 328,32 \cdot 13,84 = 4543,95 \text{ кН}\cdot\text{см} = 45,43 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$R_{bt,scr} = 1,95 \text{ МПа для бетона класса В35;}$$

$W$  - момент сопротивления приведённого сечения для крайнего растянутого волокна, следовательно,  $W = W_{red}$ ;

$$W_{red} = 9239,22 \text{ см}^3 - \text{момент сопротивления приведенного сечения.}$$

$$M_{crс} = 1,95 \cdot 9239,22 \cdot 10^{-3} + 45,43 = 63,45 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$M_{п} = 119,9 \text{ кН}\cdot\text{м} > M_{crс} = 63,45 \text{ кН}\cdot\text{м}$  – условие выполняется, значит нормальные трещины в растянутой зоне образуются, то есть необходимо



провести расчёт на раскрытие трещин.

## 2.14 Расчёт плиты по раскрытию трещин, , нормальных к продольной оси панели, в стадии эксплуатации

Согласно п.4.2.1.2 расчёт железобетонных элементов производят по непродолжительному и продолжительному раскрытию трещин.

Непродолжительное раскрытие трещин определяют от совместного действия постоянных и временных (длительных и кратковременных) нагрузок.

Продолжительное раскрытие трещин определяют только от постоянных и временных длительных нагрузок.

Согласно п. 4.2.13 того же СП расчёт железобетонных конструкций по раскрытию трещин производят из условия (77):

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult}$$

где  $a_{crc}$  – ширина раскрытия трещин от действия внешней нагрузки,

$a_{crc,ult}$  – предельно допустимая величина раскрытия трещины.

Исходя из условия п. 6.4.5. сохранности арматуры принимаем  $a_{crc,ult}$ :

0,3 мм – при продолжительном раскрытии трещин,

0,4 мм – при непродолжительном раскрытии трещин.

Согласно п. 4.2.1.4 [16] ширину раскрытия трещин  $a_{crc}$  определяют исходя из взаимных смещении растянутой арматуры и бетона по обе стороны трещины на уровне оси арматуры и принимают:

1) при продолжительном раскрытии трещины:  $a_{crc} = a_{crc,1}$ ;

2) при непродолжительном раскрытии трещины:  $a_{crc} = a_{crc,1} + a_{crc,2} - a_{crc,3}$

$a_{crc,1}$  - ширина раскрытия трещин от продолжительного действия постоянных и временных длительных нагрузок;

$a_{crc,2}$  - ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия постоянных и временных (длительных и кратковременных) нагрузок;

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

$a_{crc,3}$  - ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия постоянных и временных длительных нагрузок.

Как легко установить:

$(a_{crc,2} - a_{crc,3})$  - ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия временных кратковременных нагрузок

Полная нагрузка состоит из постоянных, временных длительных и временных кратковременных.

Согласно п.4.2.3.1 того же СП ширину раскрытия трещин, нормальных к продольной оси элемента, определяют по формуле 88:

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} l_s$$

$\varphi_1$  - коэффициент, учитывающий продолжительность действия нагрузки,  $\varphi_1 = 1,4$ ,

$\varphi_2$  - коэффициент, учитывающий профиль арматуры,  $\varphi_2 = 0,5$ ,

$\varphi_3$  - коэффициент, учитывающий характер нагружения,  $\varphi_3 = 1$ ,

$\psi_s$  - коэффициент, учитывающий неравномерное распределение деформаций,  $\psi_s = 1$ ,

$\sigma_s$  - напряжение в продольной растянутой арматуре,

$l_s$  - базовое расстояние между смежными нормальными трещинами,  $l_s = 40\text{см}$ .

$$\sigma_s = \frac{M - P(z - e_{sp})}{zA_s}$$

где  $\sigma_s$  - значение напряжений в растянутой арматуре;

M - внешний изгибающий момент,

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

$P$  - усилие предварительного обжатия;

$z$  - расстояние от ЦТ арматуры, расположенной в растянутой зоне сечения, до точки приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне конструкции;

$e_{sp}$  - расстояние от ЦТ той же арматуры до точки приложения усилия  $P$ ;

$A_s$  - площадь поперечного сечения арматуры в растянутой зоне сечения (преднапряжённой и не преднапряжённой арматуры).

$M = M_{n,1} = 78,3$  кН\*м - изгибающий момент от продолжительно (длительно) действующей нормативной нагрузки.

$P = 328,32$  кН.

Согласно п. 4.2.3.2 для элементов таврового допускаются значения  $z$  принимать равным  $0,7 \cdot h_0$ :

$$z = 0,7 \cdot h_0 = 0,7 \cdot 0,194 = 0,1358 \text{ м}$$

$e_{sp} = 0$  - в рассматриваемом примере плита с однорядным расположением арматуры по высоте сечения.

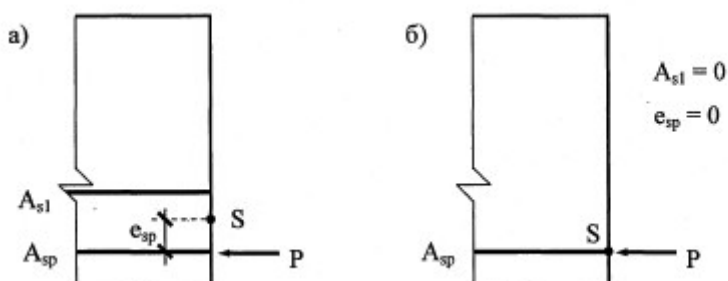


Рисунок 2.13 а) конструкция с двухрядным расположением арматуры,

б) конструкция с однорядным расположением арматуры.

$A_s = A_{sp} = 0,93$  см<sup>2</sup> – площадь напрягаемой арматуры

Далее найдём  $\sigma_{s,1}$  от продолжительно действующей нормативной нагрузки

$M_{n,1}$ :

$$\sigma_{s,1} = \frac{M_{n,1} - P(z - e_{sp})}{zA_{sp}}$$

$$\sigma_{s,1} = \frac{78,3 - 328,32 \cdot (0,1358 - 0)}{0,1358 \cdot 0,93} = 266,95 \text{ МПа}$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

Согласно п.4.2.3.2 значения напряжений  $\sigma_s$  не должны превышать величины

$$R_{s,ser} - \sigma_{sp}$$

Для арматурного каната К7 диаметром 12 мм  $R_{s,ser} = 1335$  МПа.

$\sigma_{sp}$ - величина предварительного напряжения в арматуре в стадии эксплуатации, то есть преднапряжение с учетом первых и вторых потерь:

$$\sigma_{sp} = \sigma_{sp,0} - \Delta\sigma_{sp(2)}$$

$$\Delta\sigma_{sp(2)}=638,76 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_{sp,0}=1102 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{sp} = 1102 - 638,76 = 463,24 \text{ МПа}$$

$$R_{s,ser} - \sigma_{sp} = 1335 - 463,24 = 871,76 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{s,1} = 266,95 \text{ МПа} < R_{s,ser} - \sigma_{sp} = 871,76 \text{ МПа}$$

$$E_s=200000 \text{ МПа для К-7.}$$

Согласно п.4.2.3.3 того же СП значение базового расстояния между трещинами определяют по формуле:

$$l_s = 0,5 \cdot A_{bt}/A_s \cdot d_s,$$

где  $A_{bt}$  – площадь сечения растянутого бетона,

$A_s$  – площадь сечения растянутой арматуры,

$d_s$  – номинальный диаметр арматуры.

$$A_{bt} = 4,935 \cdot 115,4 + 0,5 \cdot 39,26 \cdot 12,13 = 807,61 \text{ см}^2$$

$$A_s = A_{sp} = 0,93 \text{ см}^2$$

$$d_s = 12 \text{ мм.}$$

$$l_s = 0,5 \cdot \frac{807,61}{0,93} \cdot 1,2 = 521 \text{ см}$$

Согласно п. 4.2.3.3 значение базового расстояния между трещинами  $l_s$  принимают не менее  $10 d_s$  и  $10$  см и не более  $40 d_s$  и  $40$  см (для элементов с рабочей высотой поперечного сечения не более  $1$  м).

Следовательно, принимаем  $l_s = 40$  см.

Тогда,

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} l_s$$

$$a_{crc,1} = 1,4 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40 \text{ см} \cdot \frac{266,95}{1,8 \cdot 10^6} = 0,0042 \text{ см} = 0,042 \text{ мм}$$

Подсчитаем значение величины  $a_{crc,2}$

$\varphi_1 = 1$ , при непродолжительном действии нагрузки.

$M = M_n = 119,9 \text{ кН}\cdot\text{м}$ . Найдём  $\sigma_s$  от непродолжительно действующей нагрузки

$$\sigma_s = \frac{119,9 - 328,32 \cdot 0,1358}{0,93 \cdot 0,1358} = 596,34 \text{ МПа}$$

$$\sigma_s = 596,34 \text{ МПа} < R_{s,ser} - \sigma_{sp} = 871,76 \text{ МПа}$$

$$a_{crc,2} = 1,4 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40 \text{ см} \cdot \frac{596,34}{1,8 \cdot 10^6} = 0,0094 \text{ см} = 0,094 \text{ мм}$$

$$a_{crc,3} = \frac{0,042}{1,4} = 0,03 \text{ мм}$$

При продолжительном раскрытии трещины:

$$a_{crc} = a_{crc,1} = 0,042 \text{ мм} < a_{crc,ult} = 0,2 \text{ мм}, \text{ значит условие выполняется}$$

При непродолжительном раскрытии трещины:

$$a_{crc} = a_{crc,1} + a_{crc,2} - a_{crc,3} = 0,042 + 0,094 - 0,03 = 0,106 \text{ мм} < 0,3 \text{ мм},$$

значит условие выполняется.

Следовательно, ширина раскрытия трещин меньше допустимой.

## 2.15 Расчёт прочности плиты перекрытия на усилия, возникающие при изготовлении, транспортировании и монтаже.

Для предварительно напряженной конструкции необходимо произвести расчёт по прочности нормально сечения в процессе изготовления, транспортировки и монтажа на проектную отметку. Рассчитываем нормальное сечение, расположенное по оси приложенной подъемной силы (сечение монтажной петли).

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

Петли устанавливаем в тело плиты на расстоянии 0,6м – 0,8м от торца панели.

Расчёт прочности производится согласно п.3.1.3 [16].

Согласно пункту 3.1.3.1 при расчёте элемента в стадии предварительного обжатия усилие в напрягаемой арматуре вводится в расчёт как внешняя продольная сила  $N_p$ , равная:

$$N_p = (\sigma_{sp} - 330) \cdot A_{sp},$$

где  $\sigma_{sp}$  – предварительное напряжение с учетом первых потерь и коэффициента  $\gamma_{sp} = 1,1$ , т.к. в данном случае влияние предварительного напряжения неблагоприятно.

$A_{sp}$  – площадь сечения напрягаемой арматуры.

$$\Delta\sigma_{sp1}=176,2 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp0}=1102 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp}=1,1 \cdot (1102 - 176,2)=1018,38 \text{ МПа}$$

$$A_{sp}=0,93 \text{ см}^2$$

Тогда:

$$N_p=(1018,38-330) \cdot 0,93 = 640,2 \text{ МПа} \cdot \text{см}^2=64 \text{ кН}$$

Расчёт прочности нормального сечения плиты производится из условия:

$$M_{int} > M_{ext}$$

$M_{int}$ - изгибающий момент от внешних нагрузок

$$M_{ext}=M_p + M_{св},$$

где  $M_p$  – изгибающий момент от действия усилия преднапряжения  $N_p$

$M_{св}$ - изгибающий момент от собственного веса плиты

$$M_{св} = \gamma_f \cdot \gamma_d \cdot \frac{g_{пп} \cdot b_{пк} \cdot l_c^2}{2}$$

где  $\gamma_f=1,1$  коэффициент надежности по нагрузке

$\gamma_d$ -коэффициент динамичности, 1,6 – при транспортировании, 1,4 – подъем и монтаж

$$g_{пп}=5935,1 \text{ Н/м}^2$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

$$b_{пк}=1197 \text{ мм}$$

$l_c=0,7 \text{ м}$  – расстояние от торца плиты до петли

$$M_{св} = 1,1 \cdot 1,6 \cdot \frac{5935,1 \cdot 1,197 \cdot 0,7^2}{2} = 3063,4 \text{ Н} \cdot \text{м} = 3,06 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Найдём изгибающий момент от собственного веса плиты в середине плиты, в точке А.

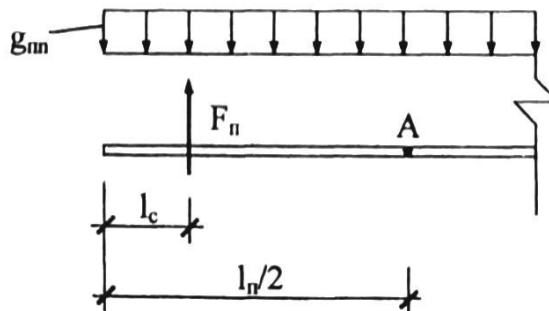


Рисунок 2.14 определение изгибающего момента в точке А.

$M_A$  - изгибающий момент при статическом состоянии плиты, без учета коэффициента надежности по нагрузке.

$$M_A = \frac{g_{nn} b_{пк} l_n^2}{8} - \frac{g_{nn} b_{пк} l_n l_c}{2}$$

$$M_A = \frac{5935,1 \cdot 1,197 \cdot 8,98^2}{8} - \frac{5935,1 \cdot 1,197 \cdot 8,98 \cdot 0,7}{2} = 49,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{св,А} = 1,1 \cdot 1,6 \cdot 49,3 = 86,77 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Установим в верхней полке плиты сетку С-1 для восприятия усилий, возникающих в стадии изготовления, транспортирования и монтажа. Для сетки принимаем арматурную проволоку Вр-II диаметром 5 мм. Шаг стержней 250мм.

$$M_p = N_p \cdot e$$

где  $e$  - эксцентриситет действия силы  $N_p$  относительно растянутой (ненапрягаемой) арматуры в верхней зоне сечения, то есть в полке панели.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

Нижняя часть панели сжимается силой  $N_p$ , а верхняя полка, соответственно, растягивается силой  $N_p$ .

Принимаем расстояние от центра тяжести площади поперечного сечения ненапрягаемой арматуры  $A_{s1}$  установленной в полке плиты (сетка С-2), до верхней грани сечения панели равным  $a_s$  - 15 мм.

$$e = h_{\Pi} - a_s - a_{sp};$$

$$h_{\Pi} = 22 \text{ см- высота поперечного сечения панели;}$$

$a_{sp}$  - расстояние от центра тяжести площади поперечного сечения предварительно напряжённой арматуры  $A_{sp}$  до нижней грани сечения,  $a_{sp} = 26$  мм;

$$e = 22 - 1,5 - 2,6 = 17,9 \text{ мм}$$

Тогда, зная данные:

$$M_p = 64 \cdot 17,9 \cdot 10^{-2} = 11,46 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{ext} = 11,46 + 3,06 = 14,52 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Находим  $M_{int}$  - изгибающий момент, который может быть воспринят нормальным сечением панели, расположенным по оси действия подъёмной силы  $F_n$ , то есть в сечении монтажной петли.

В верхней полке панели находятся стержни сетки С-1. В процессе транспортирования панели эти стержни являются рабочей арматурой и воспринимают растягивающие усилия, возникающие в верхней полке панели.

$$7\text{Ø}5 \text{ Вр-II с площадью сечения } A_s = 1,37 \text{ см}^2$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66



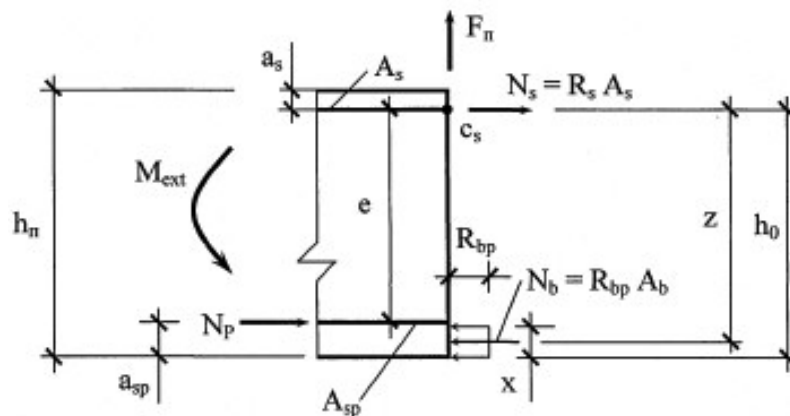


Рисунок 2.15 Схема внешних и внутренних усилий в расчётном сечении

Найдём высоту сжатой зоны  $x$

$$\chi = \frac{N_p + R_s A_s}{R_{bp} b_{пк}}$$

Для Вр-II:

$$R_s = 980 \text{ МПа}$$

Согласно п. 2.1.1.5 СП[2] передаточную прочность бетона  $R_{bp}$  (прочность бетона к моменту его обжатия) следует назначать не менее 15 МПа и не менее 50 % принятого класса бетона по прочности на сжатие:

$$R_{bp} > 15 \text{ МПа} \text{ и } R_{bp} > 0,5 B.$$

В нашем случае бетон класса В35:

$$R_{bp} = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ МПа.}$$

Таким образом, окончательно принимаем  $R_{bp} = 17,5 \text{ МПа.}$

$b_{пк}$  - конструктивная ширина плиты, принято 1197 мм.

$$x = \frac{64 \cdot 10^3 + 980 \cdot 10^6 \cdot 1,37 \cdot 10^{-4}}{17,5 \cdot 10^6 \cdot 119,7^{-2}} = 0,0095 = 0,095 \text{ см}$$

Проверим условие  $\xi \leq \xi_R$ , то есть плита должна разрушиться по 1-му случаю.

$$\xi = x / h_0 = x / (h_n - a_s) = 0,095 / (22 - 1,5) = 0,004$$

Согласно п. 3.1.3.2 величина определяется по формуле 32 с подстановкой в неё значения  $\varepsilon_{s,el} = R_s / E_s$ ,

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

где  $R_s$  - расчётное сопротивление растянутой ненапрягаемой арматуры  $A_s$ ,

$$\varepsilon_{b,ult} = 0,003$$

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b,ult}}}$$

Для арматуры класса Вр – II  $E_s = 200000$  МПа

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{980 \text{ МПа}}{200000 \text{ МПа}} = 0,0049$$

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{0,0049}{0,003}} = 0,3$$

$\xi = 0,004 \leq \xi_R = 0,3$ , значит условие выполняется.

$$M_{int} = R_{bp} \cdot b_{пк} \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x)$$

$$\begin{aligned} M_{int} &= 17,5 \cdot 10^6 \cdot 1,197 \cdot 0,095 \cdot 10^{-2} \cdot (20,5 \cdot 10^{-2} - 0,5 \cdot 0,095 \cdot 10^{-2}) \\ &= 40600,6 \text{ Н} \cdot \text{м} = 40,6 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

$$M_{int} = 40,6 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_{int} = 14,52 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Несущая способность поперечного сечения плиты по изгибающему моменту в процессе изготовления, транспортировки и монтажа обеспечена.

## 2.16 Конструирование плиты

В предварительно напряженной плите перекрытия есть конструктивное армирование, установленное по расчёту:

- 1) продольная напрягаемая арматура К-1 (7х3 штук);
- 2) монтажная арматура – петли строповочные П-1 ( 4 штуки);

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

3) в верхней части панели С-1 (1 штука);

Кроме этого, в плите имеется технологическое армирование, которое принимаем конструктивно:

1) в нижней части панели С-2 (2 штуки)

Сетки С-2 являются элементами косвенного армирования панели в зоне передачи предварительного напряжения с арматуры на бетон.

Согласно п. 5.2.1[16] толщину защитного слоя бетона арматуры предварительно напряжённых элементов принимают не менее толщины, указанной в табл. 8.1 [17].

При этом у концов предварительно напряжённых элементов на длине не менее 0,6 длины зоны передачи предварительного напряжения  $l_p$  (п. 2.2.3.[16]) следует предусматривать установку дополнительной поперечной или косвенной арматуры, охватывающей напрягаемую арматуру.

Согласно п. 8.3.2 [17] для конструктивной арматуры минимальные значения толщины защитного слоя бетона принимают на 5 мм меньше по сравнению с требуемыми для рабочей арматуры. Во всех случаях толщину защитного слоя бетона следует также принимать не менее диаметра стержня арматуры, то есть  $d_s$ .

Минимальное значение толщины защитного слоя бетона для рабочей арматуры в нашем случае равно 15 мм. Значит, минимальное значение толщины защитного слоя бетона для конструктивной арматуры в нашем случае равно 10 мм (при диаметре стержня арматуры не более 10 мм).

Согласно п. 2.2.3.11 [16] длину зоны передачи предварительного напряжения на бетон  $l_p$  для арматуры без дополнительных анкерующих устройств определяют по формуле:

$$l_p = \frac{\sigma_{sp} A_s}{R_{bond} u_s}$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

где  $\sigma_{sp}$  - предварительное напряжение в напрягаемой арматуре с учётом первых потерь;

$A_s$  - площадь поперечного сечения стержня арматуры, определяемая по номинальному диаметру стержня;

$u_s$  - периметр поперечного сечения стержня арматуры, определяемый по номинальному диаметру стержня;

$R_{bond}$  - расчётное сопротивление сцепления напрягаемой арматуры с бетоном, отвечающее передаточной прочности бетона и определяемое согласно п. 5.3 [16]

Также  $l_p$  должна быть не менее  $10d_{sp}$  и 200 мм

$$\sigma_{sp} = 1102 \text{ МПа} - 176,2 \text{ МПа} = 925,8 \text{ МПа}$$

$A_s = 0,785 \text{ см}^2$  для стержня диаметром 10 мм.

$u_s = \pi \cdot d_s = 3,14 \cdot 1 = 3,14 \text{ см}$  для стержня диаметром 10 мм.

$R_{bond} = 3,25 \text{ МПа}$

$$l_p = \frac{925,8 \cdot 0,785}{3,25 \cdot 3,14} = 71,21 \text{ см.}$$

$l_p > 10d_{sp} = 10 \text{ см}$  и  $l_p > 20 \text{ см}$  – граничное условие выполняется

$$0,6 \cdot l_p = 71,21 \cdot 0,6 = 42,73 \text{ см}$$

Таким образом, принимаем сетку С-2 номинальной шириной 45 см.

Для изготовления сетки С-2 принимаем арматуру Вр-II диаметром 5 мм для продольных (рабочих) стержней, воспринимающих распор напрягаемой арматуры, и диаметром 5 мм для поперечных (распределительных) стержней, фиксирующих продольные рабочие стержни в проектном положении. Шаг стержней 200 мм в продольном направлении и 50 мм в поперечном направлении. Сетка отгибается вверх на высоту не менее 0,8 высоты панели с целью охватывания напрягаемой арматуры.

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

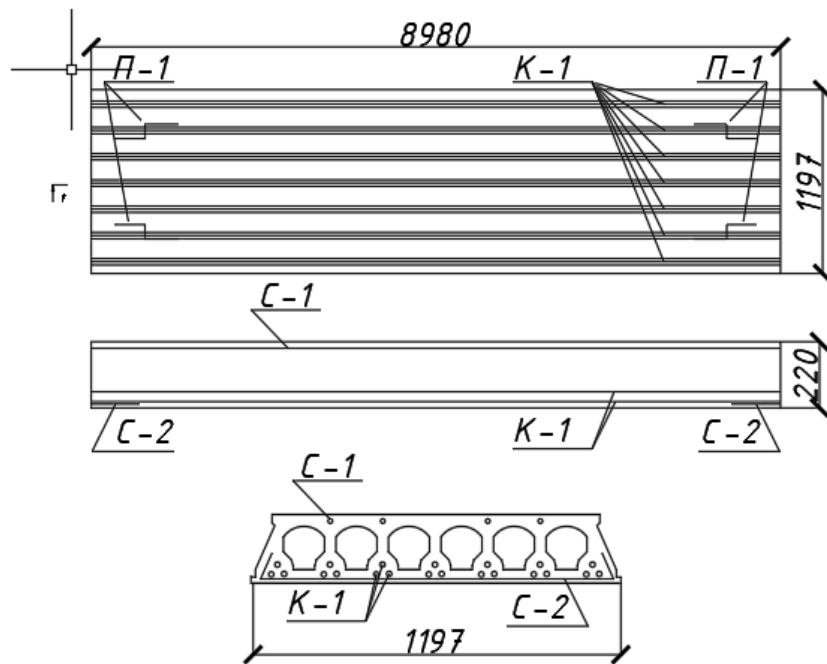


Рисунок 2.16 Армирование пустотной панели

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР

Лист

71

# 3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

### 3.1 Ведомость сборных элементов на весь объём здания

Каждый шаг, необходимый для монтажа здания, находится и подсчитывается. Когда объемы работ определены, высчитывается трудоемкость каждой работы по формуле:

$$T = H_{вр} \cdot V, \quad (3.1)$$
$$T = H_{вр} \cdot V,$$

где  $H_{вр}$  – норма времени на выполнение единицы объема работ, чел.-час;  
 $V$  – объем работ.

Сборный список объемов работ представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Ведомость сборных элементов на весь объём здания

Наименование конструкции	Марка	Размеры	Масса	Количество
Колонна	К1	4,5x0,3x0,35	0,614 т	55
Колонна	К3	4,5x0,4x0,4	0,745 т	75
Колонна	К2	4,5x0,62x0,3	0,788 т	75
Ригель	РР1	9,0x0,24	0,397 т	150
Ригель	РР2	5,1x0,35	0,392 т	30
Плита перекрытия	ПБ1	8,98x1,197x0,22	3,5 т	560
Плита перекрытия	ПБ2	5,08x1,197x0,22	1,98 т	80
Распорки	Р1	9,0x0,16	0,255т	42
Стеновые панели	СП	6,0x1,0	0,144 т	576

## 3.2 Подсчёт объёмов работ

Подсчёт объемов работ необходим для дальнейшей калькуляции трудозатрат с последующими построение календарного плана.

На данном этапе необходимо указать объём работ на все здания с примечаниями, влияющими на поправочные коэффициенты.

Таблица 3.2. Ведомость объёмов работ

Наименование работ	Ед.изм	Объём работ		Примечание
		На 1 эт.	Всё зд.	
Монтаж К1	шт.	11	55	0,614 т,
Монтаж К2	шт.	15	75	0,745 т
Монтаж К3	шт.	15	75	0,788 т
Сварка колонн	10 п.м.	0,05	10,25	Нижнее положение, K <sub>f</sub> =8мм
Установка ригеля РР1	шт.	30	120	0,397 т
Установка ригеля РР2	шт.	6	30	0,392 т
Сварка ригелей	10п.м.	0,05	7,5	Вертикальное положение, K <sub>f</sub> =10мм
Установка распорок	шт.	42	168	0,255т
Сварка распорок Р1	10 п.м.	0,05	8,4	Вертикальное положение, K <sub>f</sub> =10мм
Монтаж плит ПБ1	шт.	140	560	3,5 т
Монтаж плит ПБ2	шт.	20	80	1,98 т
Сварка плит	10п.м.	0,05	32	Нижнее положение, K <sub>f</sub> =8мм
Замоноличивание швов	100п.м.	0,09	57,6	Без опалубки, вручную
Монтаж сэндвич-панелей	шт.	144	576	S=6м <sup>2</sup>
Антикоррозионная обработка	10 стыков	120,8	483,2	1 монтажник

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

08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР

Лист

74



### 3.3 Калькуляция трудозатрат

Калькуляцию трудозатрат мы ведём при помощи сборников [18],[19]. Калькуляция необходима для построения календарного плана, где будут необходимы данные по продолжительности каждого вида работ.

Продолжительность будем считать по формуле:

$$T_{\text{челсм}} = \frac{N_{\text{вр}} \cdot V \cdot K_{\text{темп}} \cdot K_{\text{маш}}}{8},$$

где  $K_{\text{темп}}$  - коэффициент на температурные условия,

$K_{\text{маш}}$  - коэффициент при использовании машин или механизмов;

Также необходимо посчитать продолжительность работы машин и механизмов по формуле:

$$T_{\text{машсм}} = \frac{N_{\text{врмаш}} \cdot V \cdot K_{\text{темп}} \cdot K_{\text{маш}}}{8},$$

где  $N_{\text{врмаш}}$  - норма времени на выполнение единицы объема работ, маш.-час;

Расчёт произведен в программе Microsoft Excel

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	
08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	
Лист	76

Таблица 3.2 – Калькуляция трудозатрат

Калькуляция трудовых затрат									Коэффициенты			
Наименование	Ед.изм	V	Обоснование ЕНиР	N <sub>вр</sub>	T <sub>челсм</sub>	N <sub>врмаш</sub>	T <sub>машсм</sub>	Примечание	K <sub>пр</sub> имеч	K <sub>н</sub>	K <sub>т</sub>	K <sub>маш</sub>
Монтаж К1	шт.	55	Е5-1-9	3.96	41.33	0.79	8.27	5 монтажников	1	1	1.38	1.1
Монтаж К2	шт.	75	Е5-1-10	4.06	57.78	0.81	11.56	5 монтажников	1	1	1.38	1.1
Монтаж К3	шт.	75	Е5-1-11	4.09	58.21	0.82	11.64	5 монтажников	1	1	1.38	1.1
Сварка колонн	10 п.м.	10	Е22-1-6	2.5	5.10	0.00	0.00	2 сварщика	1	1.075	1.38	1.1
Установка ригеля РР1	шт.	120	Е5-1-6	0.697	15.87	0.23	5.26	5 монтажников	1	1	1.38	1.1
Установка ригеля РР2	шт.	30	Е5-1-6	0.692	3.94	0.23	1.30	5 монтажников	1	1	1.38	1.1
Сварка ригелей	10п.м.	8	Е22-1-6	3.3	4.90	0.00	0.00	2 сварщика	1	1.075	1.38	1
Установка распорок	шт.	168	Е5-1-6	0.7125	22.71	0.24	7.57	5 монтажников	1	1	1.38	1.1
Сварка распорок Р1	10 п.м.	8	Е22-1-6	3.3	4.90	0.00	0.00	2 сварщика	1	1.075	1.38	1
Монтаж плит ПБ1	шт.	560	Е4-1-7	0.88	100.52	0.22	25.13	4 монтажника	1	1.075	1.38	1.1
Монтаж плит ПБ2	шт.	80	Е4-1-7	0.72	11.75	0.18	2.94	4 монтажника	1	1.075	1.38	1.1
Сварка плит	10п.м.	32	Е22-1-6	2.5	14.84	0.00	0.00	2 сварщика	1	1.075	1.38	1
Заливка швов плит	100п.м.	58	Е4-1-26	4.3	46.25	0.00	0.00	1 монтажник	1	1.075	1.38	1
Монтаж сэндвич- панелей	шт.	576	Е4-1-8А	3	327.89	0.75	81.97	4 монтажника	1	1	1.38	1.1
Антикоррозионная обработка	10 стыков	483	Е22-1-6	0.64	53.32	0.00	0.00	1 монтажник	1	1.075	1.38	1

### 3.4 Выбор машин и механизмов

Выбор крана осуществляется для каждого монтажного потока. Так как у нас на строительной площадке будет работать один кран, то подбор осуществляется для самого негативного варианта.

В данном случае произведём подбор крана для монтажа плиты перекрытия, так как данная конструкция является самой тяжелой.

Основными факторами, влияющими на подбор крана являются:

1. Тип крана.
2. Технические параметры:
  - А) Вылет стрелы.
  - Б) Высота подъёма груза
  - В) Требуемая грузоподъёмность.
3. Экономический фактор и доступность в данном регионе строительства.
4. Привязка и определение схемы движения крана.

Расчет параметров крана ведется на самый тяжелый элемент –плита перекрытия ПБ1  $m=3,5$  т.

Определим требуемую грузоподъёмность Q:

$$Q = (Q_{гр} + Q_{гр.з} + Q_{ос}) \cdot 1,2,$$

где  $Q_{гр} = 3,5$  т – масса груза;

$Q_{гр.з} = 0,6$  т – масса грузозахватных устройств 4СК -6 и траверсы

$Q_{ос} = 0,1$  т – масса оснастки.

$$Q = (3,5т + 0,6т + 0,1т) \cdot 1,2 = 5,04 т$$

					08.03.01.2020.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Определим требуемую высоту подъема грузового крюка  $H_{кр}$ :

$$H_{кр} = h_0 + h_{зап} + h_{эл} + h_{стр},$$

где  $h_0 = 24$  м – расстояние от уровня стоянки крана до опоры сборного элемента на верхнем монтажном горизонте;

$h_{зап} = 0,5$  м – запас по высоте, необходимый для установки элемента и проноса над ранее смонтированными конструкциями;

$h_{эл} = 0,22$  м – высота элемента в положении подъема;

$h_{стр} = 5,2$  м – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до крюка крана;

$$H_{кр} = 24\text{м} + 0,5\text{м} + 0,22\text{м} + 5,2\text{м} = 29,92\text{ м}$$

С учётом всех характеристик подбираем кран ДЭК-323 вылетом стрелы 7м.

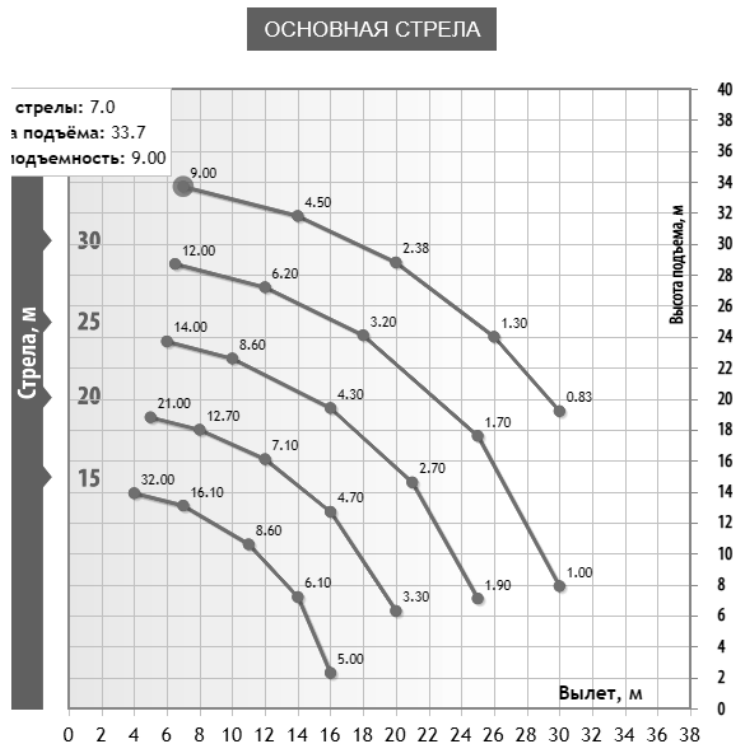


Рис. 3.4 График грузоподъёмности крана ДЭК-323.

### 3. 5 График производства работ

График производства работ состоит из 2-х частей: описательной и графической. Графическая часть представлена в виде линейного графика и приложена в графическую часть на листе формата А1, описательная часть в виде таблицы, разработанными на основе калькуляции трудозатрат.

Монтаж проектируемого торгового центра ведём комбинированным методом как наиболее эффективного.

- 1 поток монтаж колонн К1, К2, К3 в стаканы фундаментов, монтаж ригелей и распорок

- 2 поток – монтаж плит перекрытий

- 3 поток – монтаж сэндвич-панелей

Подачу элементов конструкций к месту установки осуществляем методом предварительной раскладки элементов у мест монтажа (в зоне действия монтажного крана) . При появлении возможности и времени производится сварка и заливка швов с последующей антикоррозионной обработкой.

Доставка строительных конструкций на стройплощадку осуществляется автомобильным транспортом с заводов-изготовителей.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

### 3.6 Технологическая карта на монтаж плиты перекрытия

До начала работ по монтажу плит перекрытия организационные и подготовительные работы должны быть выполнены в соответствии с [20].

Кроме того, вы должны выполнить следующие работы:

- монтируются и закрепляются в проектом положении все конструкции внутри перекрытия, расположенного ниже уровня собранной плиты перекрытия доставлено, укомплектовано и подготовлено к работе оборудование, механизмы и приборы

- рабочие и инженерно-технические работники (ИТР), информированные и знакомые с технологией и знакомые с инструкциями по технике безопасности;

Монтаж плит перекрытия рекомендуется производить с помощью крана, в данном случае это кран дек-323, стоянка и траектории движения которого показаны в графической части данной работы.

Транспортирование плит осуществляется в вертикально или наклонном положении.

При погрузке плит перекрытия между ними должны быть установлены прокладки, которые необходимы для разгрузки, транспортировки и монтажа.

Плиты доставляются на строительную площадку и раскладываются в на месте складирования строительных конструкций. Вместе с плитой поставляются все доборные элементы.

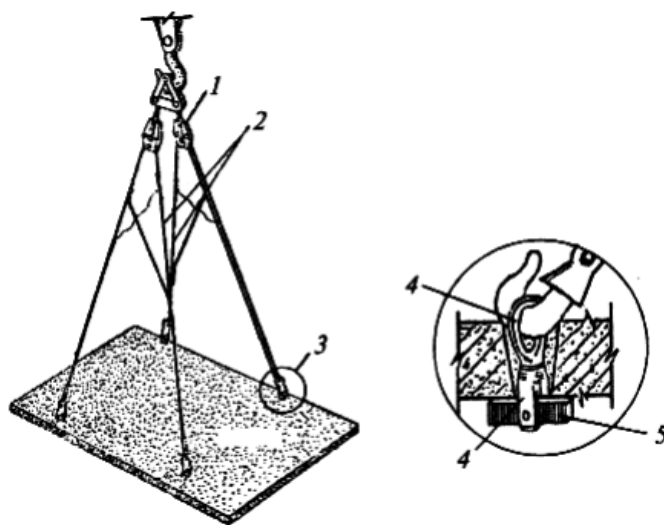
Раствор для укладки под плиты перекрытия и других работ готовится на строительной площадке в БРУ или поставляется с ближайшего завода ЖБИ.

Хранение раствора разрешается в отведенных для них месте : бункер, ковши или кузов бетоновоза.

Монтаж плит осуществляется с места складирования элементов. Начинается монтаж с лестничных узлов, строповка которых производится с учётом всех требований.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

С помощью необходимых грузозахватных устройств, конструкции отбираются с места складирования и доставляются непосредственно в место монтажа с учётом всех требований норм безопасности при выполнении работ.



1 - универсальная траверса; 2 -чалочная ветвь с уравнильным канатом; 3 -инвентарные петли-захваты; 4- петля; 5 - коромысло-захват

Рисунок 3.6 Схема строповки плиты перекрытия четырехветвевым стропом

Перед началом возведения конструкции в проектное положение опорную поверхность очищают от раствора, грязи, снега, а летом смачивают водой. Плиты перекрытий укладывают на свежеприготовленный раствор.

Укладка плит перекрытия разрешается только после закрепления конструкций, на которые они опираются, для достижения жесткого диска, который обеспечит безопасность для дальнейших работ, так как воспринятые нагрузки на конструкции не будут носить критического характера. При этом крепление должно обеспечивать восприятие монтажных нагрузок.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

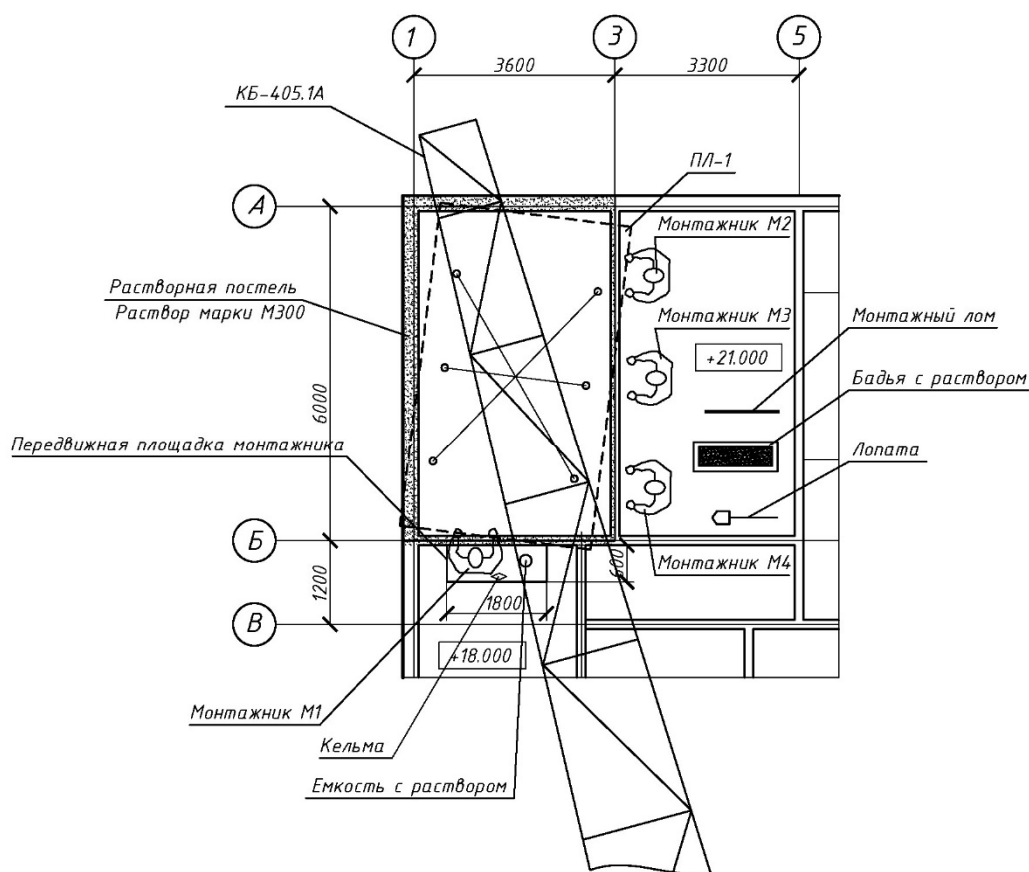


Рисунок 3.7 Схема монтажа плит перекрытия в плане.

Положение в плане установленных плит перекрытий проверяют по разметке, соблюдая совпадение закладных деталей разных конструкций. Незначительные отклонения устраняют на месте, для исключения появления критических отклонений от проекта.

При наличии большого уклона необходимо поднять плиту перекрытия и уложить на раствор меньшей толщины.

После выверки плит перекрытия их необходимо закрепить в проектное положение при помощи временного закрепления, чтобы обеспечить временную пространственную жесткость и продолжить монтаж других конструкций.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР

Лист

82



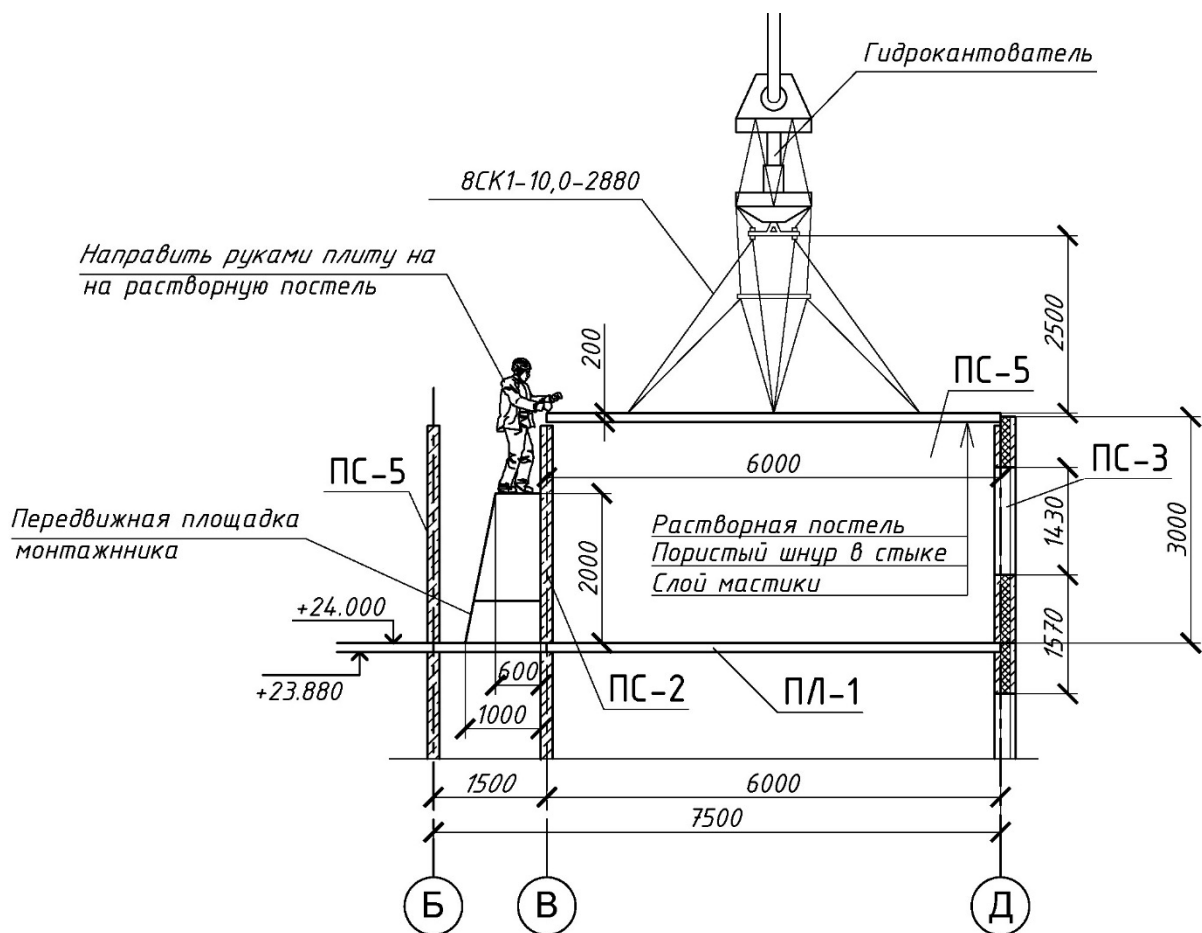


Рисунок 3.8 Схема монтажа плит перекрытия в разрезе.

Сварка металлических соединений в стыках плит перекрытий должна выполняться в соответствии с указаниями [21].

Закладные и соединительные детали перед сваркой очищают до блеска металла от кромок и разделки на 20 мм от влаги, ржавчины и грязи.

Воду, снег и лед с поверхности удаляют при помощи нагрева воздуха.

Соединение плит перекрытий между собой выполняют ручной электродуговой сваркой.

Длина монтажных швов должна быть не менее той, что указана в проекте, а высота шва = 6 мм. Марка электрода принимается по проекту.

Сварку необходимо производить с перерывами для избежания перегрева конструкций, усталости сварщика и в целях безопасности производства работ.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Сварочные работы необходимо организовать так, чтобы к концу смены была закончена сварка всех узлов примыкания, которые смонтировали за смену

После сварка необходимо зачищать конструкции от шлака.

После закрепления в проектное положение, необходимо установить конструктивные ограждения, согласно технике безопасности.

Замоноличивание стыков плит необходимо производить при помощи ЦПР марки М 100, подвижность растворной смеси составляет 5-7 см.

Технологические отверстия в плитах перекрытия заделывают заранее заготовленными бетонными пробками, устанавливая на цементном растворе.

При производстве работ в зимнее время необходимо соблюдать указания [21], а также инструкции и указания в проекте.

Зимними условиями работы считаются те дни, при сохранении среднесуточной температуры воздуха ниже 5 градусов или минимальная температура в течении суток достигает отметки ниже нуля.

При работе в зимнее время используется тот же инвентарь и оборудование, что и в летний период, но необходимо провести мероприятия по смазке, очистке от наледи и произвести все подготовительные работы перед эксплуатацией.

Подготовка плит перекрытия в зимний период состоит из очистки плит от снега и наледи при помощи допустимых для этого изделий допускается для очистки поверхностей пар, вода или раствор соли.

Монтаж плит перекрытия в зимних условиях может выполняться на растворах с противоморозными добавками, которые позволяют затвердеть раствору и набрать проектную прочность.

Применение противоморозных добавок необходимо согласно их инструкции по применению в разные температуры.

При выполнении монтажа при температуре ниже -20 °С прочность раствора необходимо повысить на одну марку выше проекта.

Раствор расстилается непосредственно перед укладкой плиты.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

В случае замерзания раствора, его использование запрещено.

Готовую растворную смесь на строительной площадке необходимо хранить в утепленной емкости, в месте, защищенном от воздействия ветра и снега.

### 3.7 Контроль качества

Производство и приёмку работ по монтажу плит перекрытия следует выполнять согласно требований [21].

Контроль качества монтажа плит перекрытия включает:

- входной контроль конструкций и материалов;
- операционный контроль;
- приёмочный контроль

Входной контроль конструкций следует производить инженерно-техническими работниками монтажной организации.

На строительной площадке, при получении строительных конструкций с базы строительной индустрии, проверяются паспорта и наличие даты производства на самих конструкциях.

Далее, необходимо провести сверку данных самой плиты с данными, которые указаны в проекте производства работ или проекта, также необходимо провести внешний осмотр конструкции на проверку наличия неполноценности.

Провести сверку плит с требованиями чертежей и пояснительной записки проектировщика.

Технические критерии и средства контроля операций и процессов приведены в таблице 3.7.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Таблица 3.7 Технические критерии и средства контроля операций и процессов.

Наименования процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Периодичность контроля	Ответственный контролёр	Технические критерии оценки качества
Подготовительные предмонтажные работы	Соответствие геометрических размеров проектным, наличие внешних дефектов	Рулетка металлическая, визуально	До начала монтажа	Мастер	Отклонение размеров по ГОСТ 12767 - 2016 по длине и ширине при их размерах до 4000 мм ± 5 мм; св. 4000 мм ± 8 мм по толщине ± 5 мм; расположение закладных деталей 5 мм
Монтаж плит перекрытия	Устройство растворной постели	Линейка металлическая	В процессе устройства растворной постели	Мастер	Толщина растворной постели не должна превышать 20 мм
	Точность установки плит	Нивелир, метр складной стальной	В процессе монтажа	Мастер, геодезист	Разность отметок лицевых поверхностей двух смежных плит в стыке при длине плит, м: до 4 - 8 мм; св. 4 до 8 мм; 10 мм. Отклонения от симметричности (половина разности глубины опирания концов элемента) при установке плит

					перекрытий в направлении перекрываемого пролёта при длине элемента, м: до 4 - 5 м св. 4 до 8 - 6 мм
	Глубина опирания на несущие конструкции	Метр окладной стальной	То же	Мастер	Не менее указанной в проекте
Сварочные работы	Качество подготовки арматуры и закладных деталей к сварке	Штангенциркуль, линейка металлическая, визуально	До начала сварки	Мастер	Отсутствие дефектов закладных и соединительных деталей. Очистка свариваемых элементов конструкций до чистого металла в обе стороны от кромок 20 мм
	Контроль сварных соединений в процессе их выполнения	Линейка металлическая, лупа с пятикратным увеличением, визуально	Два раза в смену, не менее 3-х сварных соединений	"	Приёмка по ГОСТ 10922-2012:  линейные размеры сварных соединений должны соответствовать проектным; отсутствие наружных дефектов наплавленного металла. Допускаемые подрезы основного металла 0,5 мм.
Подготовка стыков к	Чистота поверхностей стыкуемых		Перед заливкой швов	"	То же

замоноличиванию	элементов. Просушка стыка				
Замоноличивание стыков	Соответствие проекту применяемого раствора	Лабораторные испытания	То же	Лаборант	Раствор марки М 100. Подвижность раствора 5 – 7 см погружения стандартного конуса
Приёмосдаточные работы	Инструментальная проверка монтажного горизонта	Нивелир, метр складной стальной	После выполнения работ	Прораб заказчик, геодезист	Точность установки плит. Схема исполнительной съемки. Акты освидетельствования скрытых работ

Приемочный контроль осуществляется при выставлении соответствующих записях в журнале производства работ и подписью ответственного лица.

### 3.8 Потребность в материально-технических ресурсах

Потребность в инструменте, инвентаре и приспособлении, а также в материалах и полуфабрикатах для выполнения работ по монтажу плит перекрытий типового этажа приводится ниже.

Таблица 3.8 – Потребность в материально-технических ресурсах

Наименование	Марка, техническая характеристика, ГОСТ, № чертежа	Кол-во	Назначение
Универсальное грузозахватное устройство с автоматическим кантователем	Проект 4755В трест Мосоргстрой Главмосстроя	1	Подъем элементов
Захват петлевой	ЗП-3,2 42985-19 ТУ 67-790-85	6	Монтаж плит перекрытий, имеющих

	ЭПКБ Главмехтранса		технологические отверстия
Столик	СУ-0,9 42197-14 ТУ 67-486-83 ЭПКБ Главмехтранса	2	Средства подмащивания при устройстве растворной постели
Лестница	ЛЭ-2,9 42197-16 ТУ 67-589-83 ЭПКБ Главмехтранса	2	Подъем монтажников на следующий этаж
Ящик для раствора стальной	3241.42.000 ЦНИИОМТП Госстроя СССР	1	Хранение раствора
Контейнер	КЗ-25Г 3495.08.000 ЦНИИОМТП Госстроя СССР	1	Хранение, транспортирование накладных деталей, анкеров и других изделий
Осветительное устройство	СМ-188 Киевское КБ Главтяжстроймеханизация Минстроя УССР	2	Освещение стройплощадки
Лом стальной строительный	ЛМ ГОСТ 1405-83	2	Рихтовка элементов
Лопата подборочная	ЛП ГОСТ 19596-87	1	Подача раствора
Лопата растворная	ЛР ГОСТ 19596-87	1	То же
Кельма	КБ ГОСТ 9533-81	2	Разравнивание раствора
Кувалда кузнечная остроногая	ГОСТ 11402-75*	1	Подгибание монтажных петель
Щётка из стальной проволоки	ОСТ 17-830-80	1	Зачистка сварных швов
Зубило слесарное	ГОСТ 7211-86*Е	2	Очистка закладных деталей от бетона и сварных швов от шлака
Молоток слесарный стальной	ГОСТ 2310-77*Е	2	Очистка мест сварки
Ведро оцинкованное	ГОСТ 20558-82Е	2	Хранение воды
Электрододержатель	ГОСТ 14651-78*Е	1	Сварка закладных деталей
Пенал для электродов	3294.71.000 ЦНИИОМТП Госстроя СССР	2	Хранение и транспортирование электродов

Рулетка измерительная металлическая	ЗПКЗ-20.АУТ/1 ГОСТ 7502-80*	1	Измерение элементов и разбивка осей
Нивелир	Н-10 ГОСТ 10528-76*	1	Определение монтажного горизонта
Рейка нивелирная	РН-10 ГОСТ 11158-83*	1	Точное нивелирование
Уровень строительный	УС 1-700 ГОСТ 9416-83	1	Выверка горизонтальности
Инвентарное ограждение монтажного горизонта	2652 треста Мосоргстрой Главмосстроя	114	Временное защитное ограждение
Каска строительная	ГОСТ 12.4.087-84	4	Защита головы
Щиток защитный лицевой для электросварщика	ГОСТ 12.4.035-78*	1	Защита лица сварщика при сварочных работах
Перчатки резиновые технические	ГОСТ 20010-74*	1 пара	Защита от поражения эл. током
Перчатки (рукавицы) специальные	ГОСТ 12.4.010-75*	6 пар	Защита рук от травмирования
Будка монтажников	3295.07.00 0 ЦНИИОМТП Госстроя СССР	1	Помещение для обогрева в зимнее время и хранение инструмента

### 3.9 Техника безопасности

Работы выполняются согласно всем требованиям, указанным в [22].

При неблагоприятных метеоусловиях( ветер более 20 м/с, низких отрицательных температур и других факторов) не разрешается выполнение каких-либо работ, а тем более высотных.

В целях безопасности от падения с высоты, необходимо установить конструктивные ограждения на обрывах и других опасных участках строительной площадки.

Монтажникам нельзя находиться в зоне опасной работы крана, при движении конструкции к месту к установки.



При возведении нельзя допускать резкие движения крана, конструкций и т.д. во избежании опасных случаев.

Монтажники, которые проводят высотные работы, должны быть оборудованы страховочными поясами. Пояса и канаты должны быть проверены до начала работ и надежно закреплены.

Не допускаются страховочные пояса с одноточечным креплением, так как такие пояса не вызывают погашение импульса человека при его падении с высоты.

Все монтажники должны иметь соответствующий разряд и документ, удостоверяющий об этом.

В зоне проведения электросварочных работ(10 метров) запрещается хранить горючие и легковоспламеняемые материалы.

При производстве сварочных работ необходимо отделить пространство от смежных рабочих мест несгораемыми экранами, высотой не менее 1,8 м.

При изготовлении ЦПР с использованием каких-либо химических добавок необходимо следовать всем инструкциям по применению, во избежании негативных последствий на организм человека.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результат данной выпускной квалификационной работы является разработанный проект торгового центра в г. Учалы.

В данной работе были сделаны и представлены все необходимые расчёты и материалы графической части: планы этажей, разрезы здания, генеральный план, цветовые решения фасада, технологическая карта, строительный генеральный план, график производства работ, план перекрытия, спецификации и различные схемы узлов.

Произведён расчёт сборной преднапряжённой плиты перекрытия. Сконструирована плита перекрытия.

Представлена технологическая карта на монтаж плиты перекрытия, подобран кран для производства работ и рассчитан график производства работ, также разработан строительный генеральный план.

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*»
2. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*»
3. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»
4. СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»
5. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления, Москва, 1999 г.
6. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»
7. ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций.
8. ТУ 5284-013-01395087 «Стеновые сэндвич-панели»
9. ГОСТ 30403-2012 «Конструкции строительные. Метод испытаний на пожарную опасность»
10. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
11. ГОСТ 12.04.009-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов.»
12. ФЗ №123-ФЗ– «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008
13. СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты . Обеспечение огнестойкости объектов защиты.»
14. СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

15. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.»
16. СП 52-102-2004 «Предварительно напряженные железобетонные конструкции».
17. СП 52-101-2003 « Бетонные и железобетонные конструкции без прелварительного напряжения арматуры»
18. ЕНиР Сборник Е4 «Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций»
19. ЕНиР Сборник Е5 «Монтаж металлических конструкций»
20. СП 48.13330.2011 «Организация строительства»
21. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»
22. СП 49.13330.2012 «Безопасность труда в строительстве».

					08.03.01.2020.305-014.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94