

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)

Архитектурно-строительный институт  
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

\_\_\_\_\_/ Стоянов И.С. /  
« » 2017г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/ Пикус Г.А. /  
« » 2017г.

**Торговый комплекс «Виктория», г. Москва, Южное Бутово**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–08.03.01.2017.000.ПЗ ВКР

Консультанты

по архитектуре  
\_\_\_\_\_/ Оленьков В.Д. /  
« » 2017г.

по конструкциям  
\_\_\_\_\_/ Амелькович С.В. /  
« » 2017г.

по технологии строительного производства  
\_\_\_\_\_/ Молодцов М.В. /  
« » 2017г.

по организации строительного производства  
\_\_\_\_\_/ Молодцов М.В. /  
« » 2017г.

Руководитель работы

\_\_\_\_\_/ Уфимцев Е.М. /  
« » 2017г.

Автор проекта

студент группы **АСИ-401**  
\_\_\_\_\_/ **Савостьянова А. А.** /  
« » 2017г.

Антиплагиат

\_\_\_\_\_/ Уфимцев Е.М. /  
« » 2017г.

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_/ Уфимцев Е.М. /  
« » 2017г.

## Содержание

Введение.....	5
1. Архитектурно-строительный раздел .....	6
1.1. Исходные данные .....	6
1.2. Ситуационный план .....	6
1.3. Генеральный план.....	7
1.4. Природно-климатические условия .....	8
1.5. Решение фасадов здания .....	10
1.6. Объемно-планировочные решения .....	10
1.6.1. Лестницы.....	14
1.6.2. Эскалаторы .....	14
1.6.3. Лифты.....	14
1.6.4. Окна.....	15
1.6.5. Двери .....	15
1.6.6. Полы .....	15
1.6.7. Потолки.....	15
1.6.8. Наружные крыльца .....	15
1.6.9. Отмостка .....	15
1.7. Конструктивные решения.....	15
1.7.1. Фундаменты.....	16
1.7.2. Колонны .....	16
1.7.3. Связи по колоннам.....	16
1.7.4. Балки перекрытий и покрытий .....	16
1.7.5. Перекрытия.....	16
1.7.6. Наружные стены .....	16
1.7.7. Покрытие .....	16
1.7.8. Фонарь.....	17
1.7.9. Внутренние стены .....	17
1.8. Теплотехнический расчет ограждающей конструкции .....	17
1.8.1. Расчёт из условий энергосбережения .....	18
1.8.2. Расчёт по санитарно-гигиеническим и комфортным параметрам .....	18
1.8.3. Проверка рассчитанных параметров.....	20
1.9. Требования пожарной безопасности .....	20
1.9.2. Предотвращение распространения пожара .....	23

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		2

1.9.3. Тушение пожара и спасательные работы.....	24
2. Расчетно-конструктивный раздел.....	26
2.1. Сбор нагрузок на плоскую раму .....	26
2.1.1. Постоянная нагрузка.....	26
2.1.2. Временная нагрузка .....	28
2.1.2.1. Полезная нагрузка.....	28
2.1.2.2. Снеговая нагрузка .....	29
2.1.2.3. Ветровая нагрузка .....	29
2.2. Расчет плоской рамы.....	32
2.2.1 Выбор стали для конструкций .....	33
2.2.2. Формирование расчетной схемы .....	33
2.2.3. Задание типов жесткости .....	34
2.2.4. Задание нагрузок.....	34
2.2.5. Формирование таблиц РСУ и РСН.....	37
2.2.6. Анализ результатов расчета .....	38
2.2.7. Расчет на общую устойчивость .....	40
2.2.8. Проверка прочности элементов плоской рамы .....	40
2.2.9. Расчет отдельных элементов плоской рамы.....	42
2.3. Ручной расчет выбранного элемента (главной балки).....	44
2.3.1. Определение расчетных усилий .....	44
2.3.2. Компоновка и подбор сечения главной балки .....	44
2.3.3. Проверка прочности и жесткости.....	46
2.3.4. Проверка устойчивости главной балки.....	47
2.3.5. Проверка местной устойчивости стенки балки, укрепленной ребрами .....	49
2.3.6. Расчет поясных швов главной балки .....	51
2.4. Конструирование и расчет узла крепления второстепенной балки к главной .....	52
2.4.1. Расчет болтов.....	53
2.4.2. Проверка прочности стенки балки по ослабленному сечению .....	54
3. Раздел «Технология строительного производства».....	56
3.1. Выбор и обоснование машин и механизмов для монтажа конструкций .....	56
3.2. Подсчет объемов работ и составление калькуляции затрат труда .....	58
3.3. График производства работ .....	61
3.4. Технологическая карта на монтаж торгового комплекса «Виктория».....	63
3.4.1. Область применения .....	63
3.4.2. Общие положения .....	63
3.4.3. Технология выполнения работ .....	64
3.4.4. Контроль качества.....	76

3.4.5. Материально-технические ресурсы .....	80
3.4.6. Техника безопасности и охрана труда .....	81
4. Раздел «Организация строительного производства».....	84
4.1. Порядок разработки и проектирования строительного генерального плана .....	84
4.2. Зоны влияния кранов (Опасная зона крана).....	85
4.3. Введение ограничений в работу крана .....	86
4.4. Приобъектные склады.....	87
4.4.1. Определение запасов основных строительных материалов .....	87
4.4.2. Привязка приобъектных складов .....	88
4.3. Временные мобильные здания .....	88
4.3.1. Номенклатура подсобных зданий для строительных городков .....	88
4.3.2. Определение общей потребности во временных зданиях .....	89
4.3.3. Размещение временных зданий на строительной площадке .....	89
4.4. Транспортные коммуникации .....	90
4.5. Обоснование потребности строительства в воде .....	91
4.6. Обоснование потребности в электроэнергии .....	93
4.7. Обоснование потребности в освещении.....	94
Заключение .....	96
Список литературы .....	97

## Введение

*Актуальность выпускной квалификационной работы.* Любой современный мегаполис невозможно представить без торгово-развлекательных центров, которые отличаются своим удобством и функциональностью. Люди проводят в торговых комплексах всё больше свободного времени, приобретая продукты питания, предметы быта, а также одежду, обувь и другие товары.

*Цель выпускной квалификационной работы.* Разработка основных разделов проектной документации на проектирование торгового комплекса г. Москве, в Южном Бутово.

*Задачи выпускной квалификационной работы.* Изучение местности строительства, природно-климатических условий, разработка генерального плана, объемно-планировочных и конструктивных решений, теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, расчет конструктивных элементов здания, конструирование узлов несущих конструкций, разработка технологии строительного производства, организация процесса возведения здания, выполнение чертежей.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
							5
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

# 1. Архитектурно-строительный раздел

## 1.1. Исходные данные

Проект металлоконструкций каркаса торгового комплекса «Виктория» в г. Москва, Южное Бутово, выполненный проектной организацией ЗАО «ЧелябПСК» (г. Челябинск).

## 1.2. Ситуационный план

Здание торгового комплекса «Виктория» расположено в г. Москве, районе Южное Бутово, на пересечении улиц Адмирала Лазарева и Венёвская, с двух сторон от здания организована наземная автомобильная парковка на 250 мест. (рис.1.1).

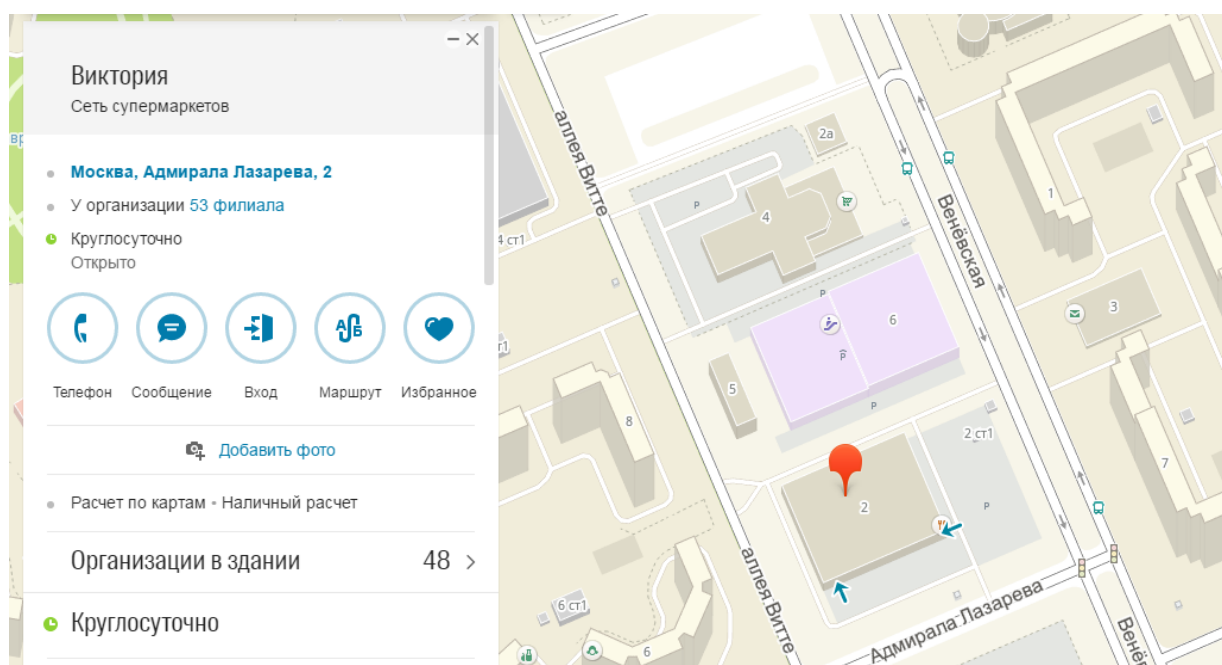


Рис.1.1. Расположение комплекса «Виктория» на карте г. Москвы

Помимо этого, в данном квартале находятся торгово-развлекательный центр «Витте Молл» и торговый центр «Южное Бутово». Вокруг квартала расположены многоэтажные жилые дома, школы, дошкольные учреждения и трехэтажная автомобильная парковка.

### 1.3. Генеральный план

Генеральный план застройки (рис. 1.2) – план участка, на котором показаны: проектируемое и существующее здание, автодороги, тротуары, а также озеленение. План сопровождается экспликацией зданий и условными обозначениями (табл. 1.1).

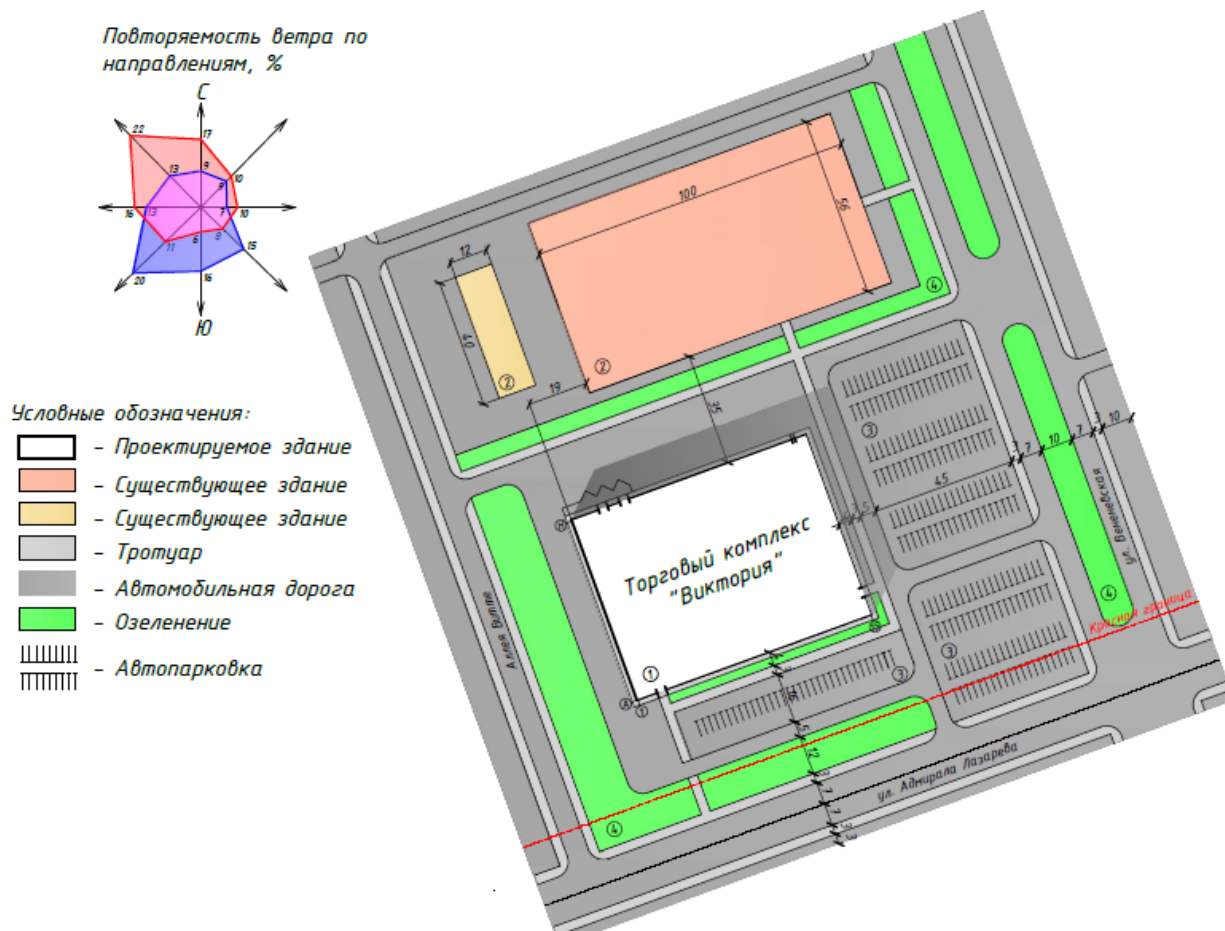


Рис.1.2. Генеральный план участка строительства

Таблица 1.1

ТЭП генерального плана

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Проектируемое здание	4680
2	Существующие здания	6080
3	Автопарковка	6240
4	Озеленение	6300

Согласно генплану проектируемое здание размещается рядом с существующим четырехэтажным торговым комплексом. Главным фасадом здание обращено на ЮВ. Вокруг здания предусмотрена пешеходная площадка с

устройством газонов, а также автомобильная парковка на 220 автомобильных мест.

Для связи между проектируемым зданием с другими зданиями организованы пешеходные улицы и тротуары. Конструкции проездов и тротуаров – асфальтобетон на щебеночном основании; площадок дорожек – специальная смесь, каменная высевка, расщебенка, щебень на уплотненном грунте.

Для защиты от солнца, ветра, шума и очищения воздуха от выхлопных газов и выбросов с промпредприятий свободная от застройки территория засаживается растительностью. Вдоль пешеходных тротуаров и проездов запроектировано защитное озеленение: деревья лиственные и хвойные, кустарники в виде живой изгороди.

Вдоль главного фасада запроектированы широкие тротуарные дорожки и автомобильная стоянка, которые используются как подъездные пути для пожарных машин. Немаловажную роль при застройке играет сохранение природного ландшафта. Насколько это возможно оставляют неизменным существующий рельеф местности и растительность. При организации рельефа созданы условия для удобного движения пешеходов и транспорта, организован сток поверхностных вод, наиболее рационально размещено на рельефе здание и запроектировано выразительное архитектурно-планировочное решение.

Все зоны запроектированы согласно [2].

#### **1.4. Природно-климатические условия**

Климат Москвы умеренно континентальный. Амплитуда годовых колебаний имеет в Москве наивысшую величину — 28 °С. Заморозки приходят примерно 29 сентября, заканчиваются около 10 мая; период без морозов — 141 сут, крайние его пределы 98 и 182 сут. Устойчивые морозы продлеваются примерно с 24 ноября до 10 марта. В январе и феврале бывают оттепели примерно в течение 5—7 суток, в декабре 8—9 суток, в ноябре и марте 17—18 суток. В среднем около 30 сут в году бывает жаркая погода с температурой > 25 °С. Самый жаркий месяц — июль со средней температурой 23,3 °С.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		8



Плотный снежный снеговой покров образуется около 26 ноября (крайние сроки 31 октября и 9 января), а окончательно сходит к 11 апреля (крайние сроки 23 марта и 27 апреля). К концу зимы величина снегового покрова достигает в среднем 30—35 см. В год выпадает обычно 540—650 мм осадков. В среднем за год насчитывается 184 сут с осадками 0,1 мм. Ветры в Москве дуют во всех направлений, но в тёплое время года преобладают северо-западные, а в холодное — юго-западные. В среднем в год бывает до 16 сут с сильным ветром > 15 м/с. Ураганные ветры возможны один раз в 10—15 лет.

Таблица 1.2

Повторяемость ветра по направлениям, %

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	9	9	7	15	16	20	13	13
Июль	17	10	10	8	6	11	16	22

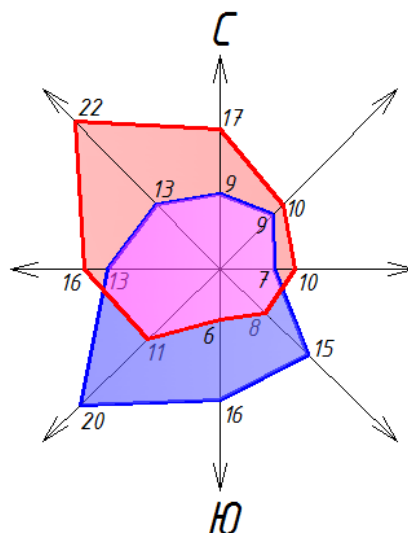


Рис.1.3. Повторяемость ветра по направлениям, %

Нормативная ветровая нагрузка – I ветровой район, тип местности А.

Нормативная снеговая нагрузка – III снеговой район.

Для наиболее холодной пятидневки расчетная температура наружного воздуха– до - 27 °С.

Климатический район строительства – П5.

В целом, территория района по климатическим условиям благоприятна для строительства и хозяйственного освоения, а также для отдыха населения.

## 1.5. Решение фасадов здания

Система фасадов торгового комплекса «Виктория» состоит из трехслойных сэндвич-панелей белого и красного цвета размерами 6000x1100 мм, монтаж которых осуществляется непосредственно на строительной площадке. Вдоль крыши здания предусмотрено декоративное металлическое ограждение.

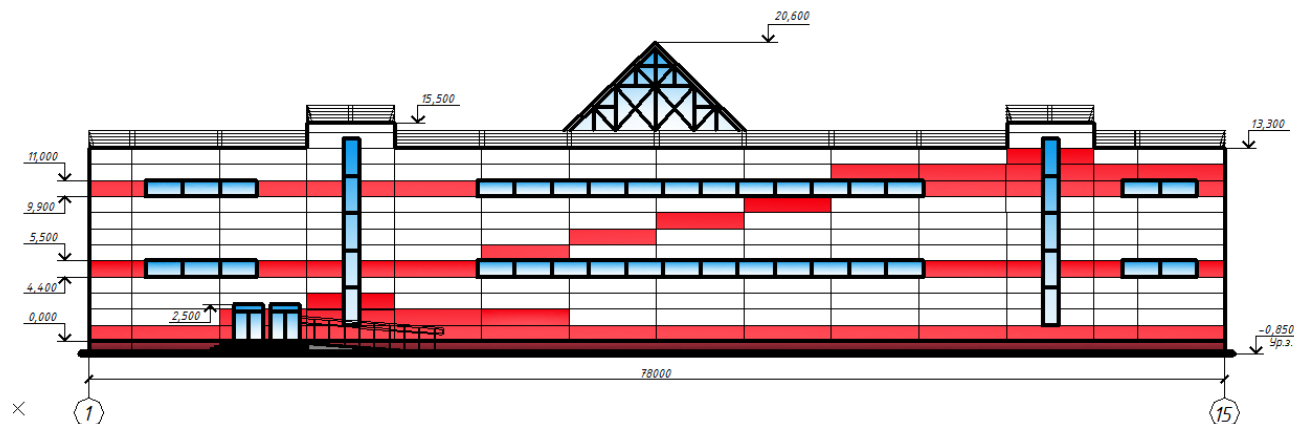


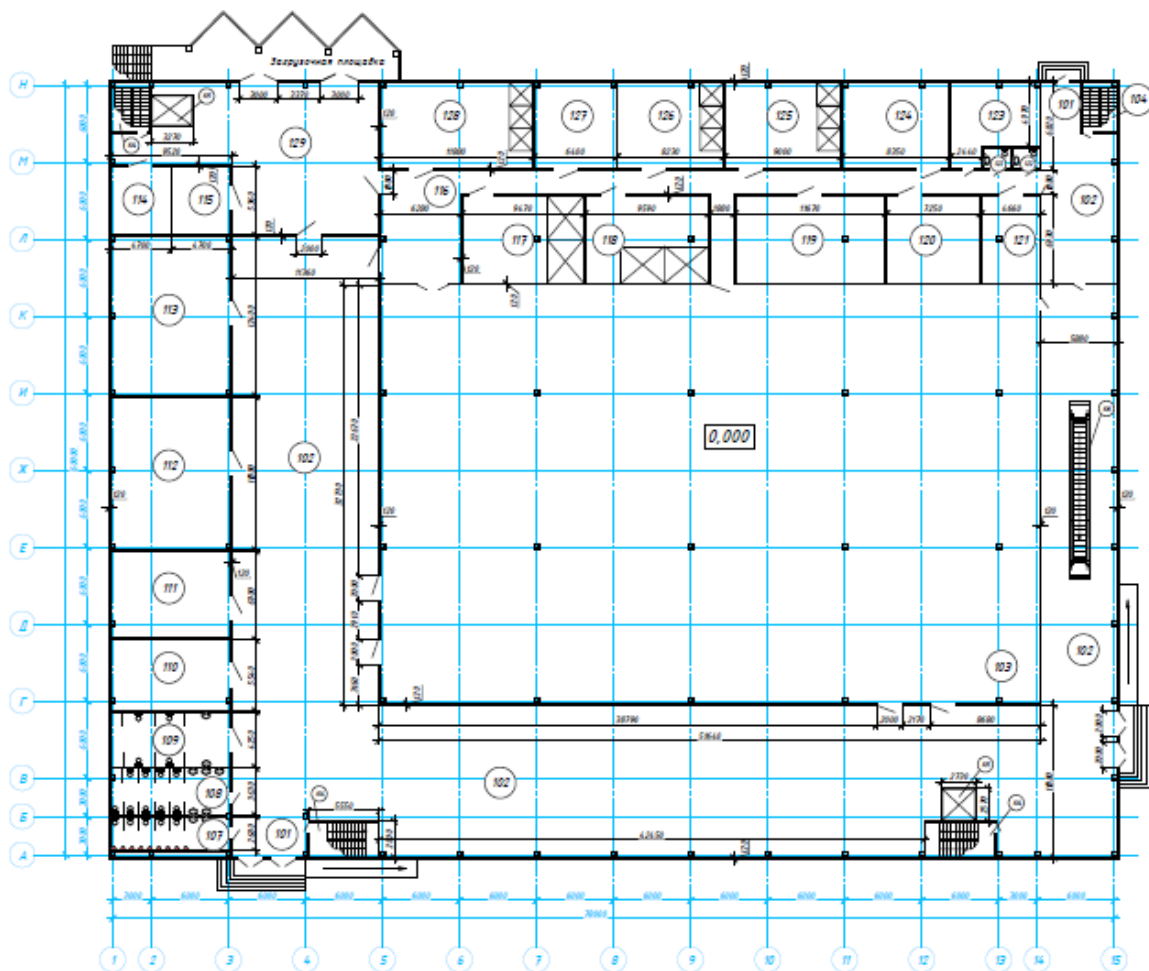
Рис.1.4. Главный фасад торгового комплекса «Виктория»

## 1.6. Объемно-планировочные решения

Объемно-планировочные решения проектируемого здания торгового комплекса «Виктория» в Южном Бутово продиктовано его функциональным назначением, расположением в существующей застройке и рельефом местности.

Торговый комплекс «Виктория» в Южном Бутово имеет 2 этажа и антресоль, относится к общественным зданиям. За условную отметку 0,000 принят уровень чистого пола 1-го этажа. Длина здания – 78 м, ширина здания – 60 м, имеет площадь 4680 м<sup>2</sup>. Здание отапливаемое. Вход для посетителей осуществляется с двух сторон: главный – с юго-восточной стороны, дополнительный – с северо-восточной. Около каждого входа расположены крыльца и пандусы. Наружные двери открываются по направлению эвакуации. Для работников торгового комплекса и обслуживающего персонала вход осуществляется с северо-восточной стороны здания. Внутри здания рядом с каждым входом находится средство для передвижения на вышележащие этажи: лестница, эскалатор или лифт. На заднем дворе организована площадка разгрузки товара.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		10



В торговом комплексе на 1 этаже предусмотрены – торговый зал гипермаркета продовольственных и сопутствующих товаров, помещения для приема, хранения и подготовки товаров к продаже, служебно-бытовые и технические помещения, а также магазины одежды, обуви, аптека, детская игровая комната и санузлы для посетителей.

Рис.1.5. План 1 этажа на отм. 0,000

Таблица 1.3

Экспликация помещений 1 этажа

№ п/п	Наименование помещения	Площадь, м <sup>2</sup>
101	Тамбур	29,3
102	Коридор	1437
103	Торговый зал	1667
104	Лестничная клетка	47,2
105	Лифт	15,0
106	Эскалатор	27,3

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

107	Санузел мужской для посетителей	25,2
108	Санузел женский для посетителей	34,0
109	Санузел для маломобильных групп населения	39,8
110	Игровая комната для детей	52,0
111	Аптека	63,8
112	Магазин одежды	111,6
113	Магазин обуви	116,3
114	Электрощитовая	25,1
115	Кабинет администратора по приему товара	24,5
116	Коридор между производственными помещениями	153,6
117	Цех по хранению и переработке рыбы	64,5
118	Цех по хранению и переработке мяса	65,4
119	Склад бытовой химии	79,5
120	Склад товаров для дома	49,4
121	Охрана комплекса	31,0
122	Санузел для персонала	6,64
123	Комната отдыха для персонала	38,6
124	Столовая для персонала	55,8
125	Цех по хранению и переработке овощей	60,3
126	Кондитерский цех	42,8
127	Цех по изготовлению хлебобулочных изделий	42,7
128	Склад молочной продукции	79,5
129	Помещение для приема товара	174,3

На антресоли размещается второй свет торгового зала, а также торговые бутики непродовольственных товаров, на 2 этаже находится предприятие общественного питания быстрого обслуживания - пиццерия на 50 мест и ресторан европейской кухни на 80 мест с блоком производственных помещений, а также магазины одежды и санузлы для посетителей.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		12

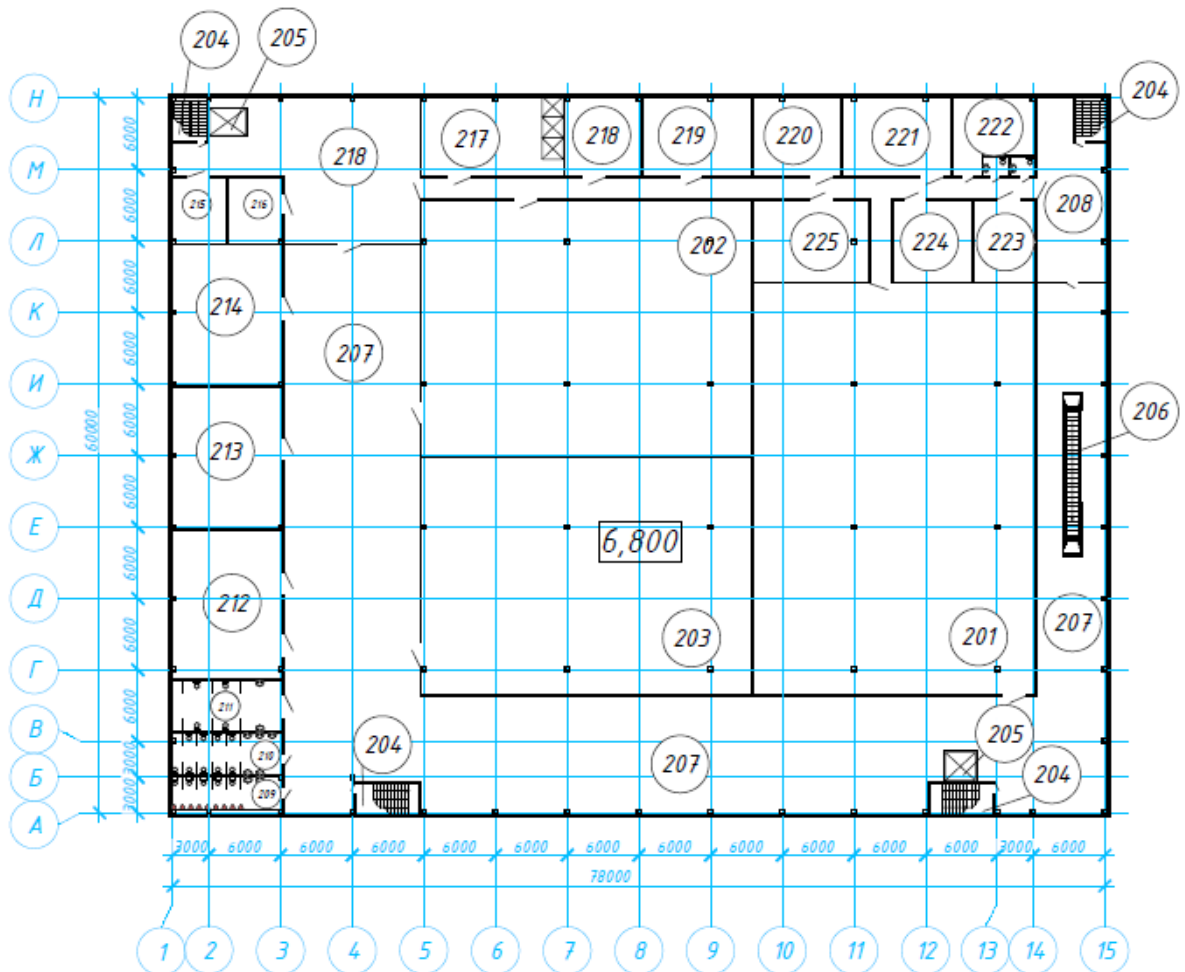


Рис.1.6. План 2 этажа на отм. 6,600

Таблица 1.4

Экспликация помещений 2 этажа

№ п/п	Наименование помещения	Площадь, м <sup>2</sup>
201	Ресторан европейской кухни на 80 мест	820
202	Пиццерия на 50 мест	586
203	Аренда	550
204	Лестничная клетка	47,2
205	Лифт	15,0
206	Эскалатор	27,3
207	Коридор	1255
208	Вестибюль	266
209	Санузел мужской для посетителей	25,2
210	Санузел женский для посетителей	34,0

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ

211	Санузел для маломобильных групп населения	39,8
212	Магазин одежды	116
213	Магазин одежды	112
214	Магазин обуви	114
215	Электрощитовая	25,1
216	Кабинет администратора по приему товара	24,5
217	Кладовая продуктов ресторана	79,4
218	Доготовочный цех	40,4
219	Моечная кухонной посуды	56,3
220	Кладовая продуктов пиццерии	47,3
221	Столовая для персонала	58,5
222	Комната отдыха персонала	44,2
223	Администратор ресторана и пиццерии	33,8
224	Подсобные помещения ресторана и пиццерии	44,5
225	Горячий цех	61,7

Для доставки товара на антресоль и 2 этаж проектом предусматривается установка 2-х грузовых лифтов. Доступ посетителей на антресоль и 2 этаж осуществляется из вестибюля по широкой лестничной клетке, эскалатору или пассажирскому лифту. Для посетителей предусмотрены санузелы на 1 и 2 этажах. Здание имеет достаточное количество выходов и лестниц для эвакуации посетителей и персонала. Ширина (в свету) участков эвакуационных путей, дверей, проходов, пандусов внутри здания запроектирована в соответствии с нормативными требованиями к путям эвакуации людей из здания.

Для обеспечения движения маломобильных групп населения предусмотрены пандусы и лифт, на 1 и 2 этаже находятся специализированные санузелы.

### **1.6.1. Лестницы**

Лестницы – сборные ж/бетонные, монолитные, по металлическим косоурам.

### **1.6.2. Эскалаторы**

Ширина эскалатора – 0,8 м, угол наклона – 30°, ширина ступени – 0,4м, скорость движения – 0,5 м/с.

### **1.6.3. Лифты**

В торговом комплексе предусмотрено два лифта: грузовой - для доставки продуктов на второй этаж грузоподъемностью 1500 кг и пассажирский

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		14

панорамный лифт грузоподъемностью 500 кг. Все лифты имеют автоматическое открывание дверей и гидравлический привод.

#### **1.6.4. Окна**

Окна выполнены из ПВХ-профиля с двойным стеклопакетом, ленточное остекление выполнено по всему периметру здания, отдельно остеклена входная группа и помещения лестниц для посетителей.

#### **1.6.5. Двери**

Двери изготовлены из ПВХ-профиля с одинарным стеклопакетом, деревянные и противопожарные сертифицированные.

#### **1.6.6. Полы**

Полы керамогранитные, основание выполнено из железобетона толщиной 220 мм с песчано-цементной стяжкой толщиной 40 мм.

#### **1.6.7. Потолки**

Потолки – подвесные в торговых залах, коридорах и служебных помещениях с постоянным пребыванием людей, в остальных помещениях потолки выполнены водоэмульсионной покраской и побелкой.

#### **1.6.8. Наружные крыльца**

Наружные крыльца – монолитные из бетона класса В15.

#### **1.6.9. Отмостка**

Отмостка – неширокая, асфальтовая полоса шириной 1000 мм, уложенная по периметру наружной стены уклоном 2%. Отмостка служит для отведения атмосферных осадков, для защиты грунта от увлажнения, состоит из уплотненного грунта, песка 100 мм, щебня 100 мм, и асфальтобетона толщиной 30 мм.

### **1.7. Конструктивные решения**

Металлический каркас торгового комплекса «Виктория» в Южном Бутово представляет собой двухэтажную связевую этажерку с антресолю, максимальный пролет – 78 м, минимальный пролет – 60 м. Общая устойчивость сооружения в продольном и поперечном направлениях обеспечена постановкой

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		15

вертикальных связей по крайним рядам, а также жестким защемлением колонн в фундаменте.

#### **1.7.1 Фундаменты**

Фундаменты под колонны – столбчатые монолитные из бетона класса В15; наружные и внутренние стены опираются на фундаментные балки.

#### **1.7.2. Колонны**

Колонны выполнены из прокатных двутавров, шаг крайних колонн в продольном и поперечном направлениях – 6 м, средних колонн – 12 м

#### **1.7.3. Связи по колоннам**

Связи по колоннам – двойные прокатные уголки.

#### **1.7.4 Балки перекрытий и покрытий**

Балки перекрытий и балки покрытий – сварные и прокатные двутавры.

#### **1.7.5. Перекрытия**

Перекрытия – сборные железобетонные плиты толщиной 120 мм.

#### **1.7.6. Наружные стены**

Наружные стены, выполненные из сэндвич-панелей с утеплителем, выполняют роль ограждающих конструкций. Расчет толщины утеплителя представлен в п. 1.8.

#### **1.7.7. Покрытие**

Конструкция покрытия состоит из несущего основания и слоёв: пароизоляционного, теплоизоляционного и водоизоляционного. Несущее основание выполнено из ребристых плит 5970x2980x300 мм ПГ-1 АШВт по ГОСТ 2201.1-77, пароизоляционный слой представляет собой полиэтиленовую плёнку толщиной 200 мкм из первичного полиэтилена, уложенную внахлест с проклейкой швов, теплоизоляционный слой – утеплитель пеноплекс тип 35-150 мм, водоизоляционный слой выполнен из полимерных рулонных материалов.

Кровля бесчердачная, утепленная, плоская с уклоном 1,5% с внутренним водостоком, сток воды обеспечивается с коньков в ендовы.

Так как здание имеет размеры 78x60 м, на покрытии установлен световой фонарь размером в плане 36x12 м.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		16



### 1.7.8. Фонарь

Конструкция фонаря представлена в виде треугольной пространственной фермы и состоит из прокатных уголков.

### 1.7.9. Внутренние стены

Внутренние стены выполнены из керамического кирпича КП-У 100/15/ГОСТ530-95. Внутренняя отделка осуществлена с применением современных отделочных материалов и технологий с учетом специфики эксплуатации здания. Кирпичные стены торговых залов, коридоров, холлов, лестничных клеток покрываются декоративной штукатуркой, помещений с постоянным пребыванием людей – стеклообоями с покраской вододисперсными красками, помещений с влажным режимом облицовываются керамической плиткой.

### 1.8. Теплотехнический расчет ограждающей конструкции

Теплотехнический расчет наружной ограждающей конструкции выполняется согласно требованиям [3], [4].

Ограждающие конструкции торгового комплекса выполнены из сэндвич-панелей. Необходимо рассчитать толщину утеплителя.

Исходные данные:

- район строительства – г. Москва;
- зона влажности – нормальная;
- расчётные параметры наружного воздуха: температура наружного воздуха для наиболее холодной пятидневки  $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}$
- период со среднесуточной температурой воздуха равной или ниже  $8^{\circ}\text{C}$ : продолжительность, в сутках  $Z_{ht} = 205$ , средняя температура  $t_{ht} = -2,2^{\circ}\text{C}$ .
- влажностный режим помещений – нормальный
- температурный режим внутри помещения  $t_{int} = +18^{\circ}\text{C}$

Приведённое сопротивление теплопередаче  $R_0$  ограждающих конструкций принимается не менее нормируемых значений  $R_{req}$ , которые определяются в зависимости от градусосуток отопительного периода района строительства  $D_d, \text{C} \times \text{сут}$ .

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		17

### 1.8.1. Расчёт из условий энергосбережения

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht}$$

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht} = (18 - (-2,2)) \cdot 205 = 4141 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

$$R_{req} = a \cdot D_d \cdot b,$$

где  $a=0,00035$ ,  $b=1,4$

$$R_{req} = 0,00035 \cdot 4141 + 1,4 = 2,85 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт};$$

### 1.8.2. Расчёт по санитарно-гигиеническим и комфортным параметрам

$$R_{req} = n \cdot (t_{int} - t_{ext}) / \Delta t n \alpha_{int},$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху,  $n=0,9$ ;

$\Delta t n$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_{int}$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\Delta t n=4,5$ ;

$\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\alpha_{int}=8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ ;

$t_{ext}$  – температура наиболее холодной пятидневки,  $t_{ext} = -27^\circ\text{C}$

$$R_{req} = 0,9 \cdot (18 - (-27)) / (4,5 \cdot 8,7) = 1,034 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт};$$

Принимаем максимальное значение  $R_{req \max} = 2,85 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C) / Вт}$

Сопротивление теплопередаче  $R_0$

$$R_0 = 1/\alpha_{int} + R_k + 1/\alpha_{ext},$$

где  $R_k$  – термическое сопротивление ограждающей конструкции;

$\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ ;

$\alpha_{ext}$  – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции (для зимних условий),  $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ ;

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

$$R = \delta/\lambda,$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – расчётный коэффициент теплопроводности материала слоя.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		18

Термическое сопротивление  $R_k$  ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоёв.

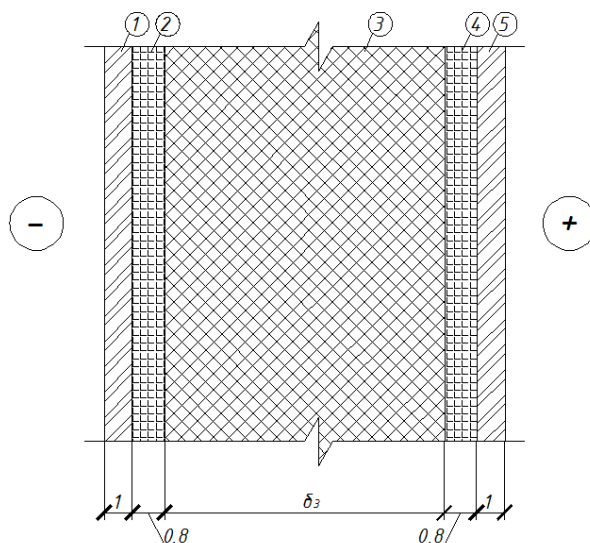


Рис.1.7. Разрез наружной стены

Таблица 1.5

Теплотехнические характеристики материалов слоёв

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя $\delta$ , м	Удельный вес $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> С)
1	Оцинкованная сталь с полимерным покрытием	0,001	7850	47
2	Двухкомпонентный клей	0,0008	1300	0,6
3	Пенополистерол	$\delta_3$	40	0,038
4	Двухкомпонентный клей	0,0008	1300	0,6
5	Оцинкованная сталь с полимерным покрытием	0,001	7850	47

$$R_0 = 1/\alpha_{int} + R_k + 1/\alpha_{ext} = 1/\alpha_{int} + 2 \cdot \delta_1/\lambda_1 + 2 \cdot \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_{ext} = R_{req \max}$$

$$\delta_3 = (R_{req \max} - 1/\alpha_{int} - 2 \cdot (\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2) - 1/\alpha_{ext}) \lambda_3$$

$$\delta_3 = (2,85 - 1/8,7 - 2 \cdot (0,001/47 + 0,0008/0,6) - 1/23) \cdot 0,038 = 0,102 \text{ м}$$

Принимаем  $\delta_3 = 110 \text{ мм}$ .

Общая толщина стены:  $1 + 0,8 + 110 + 0,8 + 1 = 113,6 \text{ мм}$ . Принимаем толщину стены равной  $120 \text{ мм}$ .

### 1.8.3. Проверка рассчитанных параметров

Наружные ограждающие конструкции должны удовлетворять 3 условиям:

$$1. R_0 \geq R_{req}$$

$$R_0 = 1/\alpha_{int} + R_k + 1/\alpha_{ext} = 1/\alpha_{int} + 2 \cdot \delta_1/\lambda_1 + 2 \cdot \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_{ext}$$

$$R_0 = 1/8,7 + 2 \cdot (0,001/47 + 0,0008/0,6) + 0,102/0,038 + 1/23 = 2,85 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{req} = 2,85 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$2,85 = 2,85 \text{ верно}$$

2. Расчетный температурный перепад  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха  $t_{int}$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции  $\tau_{int}$

$$\Delta t_0 = (n \cdot (t_{int} - t_{ext})) / (R_0 \cdot \alpha_{int})$$

$$\Delta t_0 = (0,9 \cdot (18 - (-27))) / (3,64 \cdot 8,7) = 1,3 \text{ °C}$$

$n$  – коэффициент учитывающий зависимость положения наружной поверхности стены по отношению к наружному воздуху ( $n = 0,9$ )

$$\Delta t_n = 4,5 \text{ °C}$$

$$1,8 \text{ °C} \leq 4,5 \text{ °C} \text{ верно}$$

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

$$\tau_{int} \geq t_b$$

$$t_b = 8,8 \text{ °C}$$

$$\Delta t_0 = t_{int} - \tau_{int}$$

$$\tau_{int} = t_{int} - \Delta t_0 = 18 - 1,3 = 16,7 \text{ °C}$$

$$16,7 \geq 8,8 \text{ °C} \text{ верно}$$

Таким образом, толщина стены равна 120 мм.

### 1.9. Требования пожарной безопасности

Категория здания – В1 (пожароопасные)

Степень огнестойкости здания – Ша (здания с каркасной конструктивной системой, элементы каркаса – стальные конструкции, ограждающие конструкции – из профилированного настила с негорючим утеплителем).

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		20

Класс конструктивной пожарной опасности здания – С0

Класс функциональной пожарной опасности – Ф.3.1 (здания организаций торговли).

Таблица 1.6

Соответствие степени огнестойкости и предела огнестойкости строительных конструкций зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков.

Степень огнестойкости	Предел огнестойкости конструкции, не менее (мин)						
	Несущие элементы здания	Наружные не несущие стены	Перекрытия	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				настилы	Фермы балки	Внутренние стены	Марши и площадки
I	R 120	REI 30	REI 30	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

Таблица 1.7.

Соответствие класса конструктивной пожарной опасности и класса пожарной опасности строительных конструкций зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков.

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций				
	Несущие стержневые элементы (колонны, ригели, фермы)	Наружные стены внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и площадки лестниц в лестничных клетках
С0	К0	К0	К0	К0	К0
С1	К1	К2	К1	К0	К0
С2	К3	К3	К2	К1	К1
С3	НЕ НОРМИРУЕТСЯ			К1	К3

В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- возможность эвакуации людей не зависимо от их возраста и физического состояния наружу на прилегающую к зданию территорию (далее - наружу) до

наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;

- возможность спасения людей;
- возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;
- нераспространение пожара нарядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания;
- ограничение прямого и косвенного материального ущерба, включая содержимое здания и само здание, при экономически обоснованном соотношении величины ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, пожарную охрану и ее техническое оснащение.

В процессе строительства необходимо обеспечить:

- приоритетное выполнение противопожарных мероприятий, предусмотренных проектом, разработанным в соответствии с действующими нормами и утвержденным в установленном порядке;
- соблюдение противопожарных правил, предусмотренных ППБ 01, и охрану от пожара строящегося и вспомогательных объектов, пожара безопасное проведение строительных и монтажных работ;
- наличие и исправное содержание средств борьбы с пожаром;
- возможность безопасной эвакуации и спасения людей, а также защиты материальных ценностей при пожаре в строящемся объекте и на строительной площадке.

В процессе эксплуатации следует:

- обеспечить содержание здания и работоспособность средств его противопожарной защиты в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них;
- обеспечить выполнение правил пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке;

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		22

- не допускать изменений конструктивных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений без проекта, разработанного в соответствии с действующими нормами и утвержденного в установленном порядке;

- при проведении ремонтных работ не допускать применения конструкций и материалов, не отвечающих требованиям действующих норм.

### **1.9.1. Эвакуация людей из здания**

Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы. Защита людей на путях эвакуации обеспечивается комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных, инженерно-технических и организационных мероприятий.

Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из данного помещения без учета применяемых в нем средств пожаротушения и противодымной защиты.

В проектируемом здании находится 2 эвакуационных выхода высотой 1,9 м, шириной 0,8 м. Двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания и не имеют запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа.

Ширина эвакуационного выхода запроектирована таким образом, чтобы с учетом геометрии эвакуационного пути через проем или дверь можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком.

В лестничных клетках допускается не предусматривать приспособления для самозакрывания и уплотнение в притворах для дверей, ведущих в квартиры, а также для дверей, ведущих непосредственно наружу.

### **1.9.2. Предотвращение распространения пожара**

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения.

К ним относятся:

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		23

- конструктивные и объемно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению, между помещениями, между группами помещений различной функциональной пожарной опасности, между этажами и секциями, между пожарными отсеками, а также между зданиями;

- ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкций здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;

- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения; сигнализация и оповещение о пожаре.

Строительные конструкции не должны способствовать скрытому распространению горения. Огнестойкость узла крепления строительной конструкции должна быть не ниже требуемой огнестойкости самой конструкции.

Подвесные потолки, применяемые для повышения пределов огнестойкости перекрытий и покрытий, по пожарной опасности должны соответствовать требованиям, предъявляемым к этим перекрытиям и покрытиям. В пространстве за подвесными потолками не допускается предусматривать размещение каналов и трубопроводов для транспортирования горючих газов, пылевоздушных смесей, жидкостей и материалов.

Противопожарные стены и перекрытия 1-го типа не допускается пересекать каналами, шахтами и трубопроводами для транспортирования горючих газов, пылевоздушных смесей, жидкостей, веществ и материалов.

### **1.9.3. Тушение пожара и спасательные работы**

Тушение возможного пожара и проведение спасательных работ обеспечиваются конструктивными, объемно-планировочными, инженерно-техническими и организационными мероприятиями.

К ним относятся:

- устройство пожарных проездов и подъездных путей для пожарной техники, совмещенных с функциональными проездами и подъездами или специальных;

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		24



- устройство наружных пожарных лестниц и обеспечение других способов подъема персонала пожарных подразделений и пожарной техники на этажи и на кровлю зданий, в том числе устройство лифтов, имеющих режим «перевозки пожарных подразделений»;

- устройство противопожарного водопровода, в том числе совмещенного с хозяйственным или специального, а при необходимости, устройство сухотрубов и пожарных емкостей (резервуаров);

- противодымная защита путей следования пожарных подразделений внутри здания;

К системам противопожарного водоснабжения зданий должен быть обеспечен постоянный доступ для пожарных подразделений и их оборудования.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
							25
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

## 2. Расчетно-конструктивный раздел

### 2.1. Сбор нагрузок на плоскую раму

В данном расчете на раму рассматриваются следующие нагрузки:

- 1) постоянная нагрузка от собственного веса конструкций;
- 2) полезная нагрузка;
- 3) снеговая нагрузка;
- 4) ветровая нагрузка.

Переход от нормативной нагрузки к расчетной осуществляется путем умножения на коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$ , принимаемый по [6].

#### 2.1.1. Постоянная нагрузка

Таблица 2.1

#### Собственный вес кровли, кг/м<sup>2</sup>

№ п/п	Название нагрузки	Нагрузка нормативная $q_n$	$\gamma_f$	Нагрузка расчетная $q$
1	Трехслойный рубероидный ковер $t=20\text{мм}, \gamma=600 \text{ кг/м}^3$	12	1,3	15,6
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора $t=30 \text{ мм}, \gamma=1800 \text{ кг/м}^3$	54	1,3	70,2
3	Теплоизоляция пеноплекс $t=150 \text{ мм}, \gamma=40 \text{ кг/м}^3$	6	1,3	7,8
4	Пароизоляция	2	1,3	2,6
5	Ребристые плиты покрытия 5970x2980x300 мм ПГ-1 АШВт	136	1,1	150
	Всего:	210	-	246

Таблица 2.2

#### Собственный вес пола 2 этажа (без учета веса металлоконструкций), кг/м<sup>2</sup>

№ п/п	Наименование нагрузки	Нагрузка нормативная $q_n$	$\gamma_f$	Нагрузка расчетная $q$
1	Керамогранит на клеющей мастике $t=20 \text{ мм}, \gamma=1400\text{кг/м}^3$	28	1,3	36,4
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора $t=40 \text{ мм}, \gamma=1800 \text{ кг/м}^3$	72	1,3	93,6
3	Железобетонная плита $t=220\text{мм}, \gamma=2500 \text{ кг/м}^3$	550	1,1	605
	Всего:	650	-	735

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		26

Таблица 2.3

Собственный вес наружных стен (сэндвич-панелей), кг/м<sup>2</sup>

№ п/п	Наименование нагрузки	Нагрузка нормативная $q_n$	$\gamma_f$	Нагрузка расчетная $q$
1	Оцинкованная сталь с полимерным покрытием $t=1\text{мм}$ , $\gamma=7850\text{кг/м}^3$	7,85	1,05	8,24
2	Двухкомпонентный клей $t=0,8\text{ мм}$ , $\gamma=1300\text{кг/м}^3$	1,04	1,2	1,25
3	Пенополистерол $t=118\text{мм}$ , $\gamma=40\text{кг/м}^3$	4,72	1,2	5,66
4	Двухкомпонентный клей $t=0,8\text{ мм}$ , $\gamma=1300\text{ кг/м}^3$	1,04	1,2	1,25
5	Оцинкованная сталь с полимерным покрытием $t=1\text{мм}$ , $\gamma=7850\text{кг/м}^3$	7,85	1,05	8,24
	Всего:	22,5	-	24,6

Таблица 2.4

Собственный вес перегородок, кг/м<sup>2</sup>

№ п/п	Наименование нагрузки	Нагрузка нормативная $q_n$	$\gamma_f$	Нагрузка расчетная $q$
1	Керамический кирпич $t=120\text{ мм}$ , $\gamma=1800\text{ кг/м}^3$	216	1,3	281
2	Штукатурка с 2-х сторон $t=20\text{ мм}$ , $\gamma=2000\text{ кг/м}^3$	80	1,3	104
	Всего:	296	-	385

## Сбор нагрузок на лестницу

Ширина лестничного марша 1,30 м (лестничные ступени сборные, масса 1 ступени 105 кг). Количество косоуров на каждый марш – 2. Площадки – монолитные, толщиной 170 мм, размерами в плане 1,23х2,2 м. Вес одного косоура – 60 кг, вес лобовой балки 30 кг.

Нагрузка на крайнюю лобовую балку, расположенную возле стены.

1) Нагрузка от веса площадки.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		27

Площадь сбора нагрузки равна  $2,2 \cdot 0,65 = 1,43 \text{ м}^2$ .

Нагрузка на каждую опору от веса площадки (толщина 170 мм, вес железобетона  $2500 \text{ кг/м}^3$ ), учитывая, что на опору приходится половина грузовой площади:

$0,5 \cdot 1,43 \cdot 2500 \cdot 0,17 = 304 \text{ кг}$  – нормативная нагрузка;

$1,1 \cdot 304 = 334 \text{ кг}$  – расчетная нагрузка.

2) Нагрузка от веса лобовой балки.

На каждую опору приходится половина веса балки:

$0,5 \cdot 30 = 15 \text{ кг}$  – нормативная нагрузка;

$1,1 \cdot 15 = 17 \text{ кг}$  – расчетная нагрузка.

3) Временная нагрузка на опору.

Согласно табл. 8.3. [6] значение временной (полезной) нагрузки на лестницу –  $300 \text{ кг/м}^2$ .

Площадь загрузки равна  $1,43 \text{ м}^2$ .

Временная нагрузка на каждую опору балки:

$0,5 \cdot 1,43 \cdot 300 = 215 \text{ кг}$  – нормативная нагрузка;

$1,1 \cdot 215 = 237 \text{ кг}$  – расчетная нагрузка.

Таблица 2.5

Нагрузки, действующие на лестницу, кг

Нагрузка	Балка	
	Нормативная	Расчетная
От веса площадки	304	334
От веса балки	15	17
От временной нагрузки	215	237
Итого:	534	588

Коэффициенты надежности по нагрузке  $\gamma_f$  определены согласно табл. 7.1 [6].

### 2.1.2. Временная нагрузка

#### 2.1.2.1. Полезная нагрузка

Согласно табл. 8.3 [6] равномерно распределенная нормативная полезная нагрузка на перекрытие 2 этажа равна  $300 \text{ кг/м}^2$ , коэффициент надежности по

нагрузке  $\gamma_f$  равен 1,2 по нагрузке согласно п. 8.2.2 [6], расчетная нагрузка равна 360 кг/м<sup>2</sup>.

### 2.1.2.2. Снеговая нагрузка

Согласно п.10.1 [6] нормативное значение нагрузки от снега на покрытие определяются по формуле:

$$S_0 = 0,7 c_e c_t \mu s_g$$

$c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с крыш зданий под действием ветра или любых других факторов;

$c_t$  – термический коэффициент, принимается равным 1,0 согласно с 10.6;

$\mu$  – коэффициент перехода от массы снегового покрова земли к снеговой нагрузке на крышу, принимаемый в соответствии с 10.4 для равномерно распределенной нагрузки равен 1,0;

$s_g$  – вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> поверхности земли, принимаемый в соответствии с 10.2 равным 180 кг/м<sup>2</sup>, т.к. г. Москва относится к III снеговому району.

В соответствии с 10.5  $c_e$  определяется по формуле:

$$c_e = (1,2 - 0,1v\sqrt{k})(0,8 + 0,008b)$$

$$k = 1, v = 4 \text{ м/с}, b = 60 \text{ м}$$

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot 4 \cdot \sqrt{1})(0,8 + 0,008 \cdot 60) = 0,736$$

$$\text{В итоге, } S_0 = 0,7 c_e c_t \mu s_g = 0,7 \cdot 0,736 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 180 \text{ кг/м}^2 = 93 \text{ кг/м}^2.$$

Таким образом, нормативная снеговая нагрузка равна 93 кг/м<sup>2</sup>, коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$  в соответствии с п. 10.12 [6] принимается равным 1,4.

Расчетная снеговая нагрузка равна 130 кг/м<sup>2</sup>.

### 2.1.2.3. Ветровая нагрузка

Согласно п. 11.1.2 [6] нормативное значение нагрузки от ветра  $w$  определяется как сумма средней  $w_m$  и пульсационной  $w_p$  составляющих:

$$w = w_m + w_p$$

Т.к. здание имеет высоту 13,3 м, пульсационная составляющая не учитывается.

Тогда формула принимает вид:

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		29

$$w = w_m$$

Согласно п. 11.1.2 [6] нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки  $w_m$  в зависимости от эквивалентной высоты  $z_e$  над поверхностью земли определяется по формуле:

$$w_m = w_0 k(z_e) c$$

$w_0$  – нормативное значение ветрового давления, согласно п. 11.1.4 принимается равным  $23 \text{ кг/м}^2$ , т.к. г. Москва относится к I ветровому району согласно карте 3 приложения Ж [...];

$k(z_e)$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты  $z_e$ ;

$c$  – аэродинамический коэффициент.

Согласно п. 11.1.5 для зданий при  $h < d$   $z_e = h = 13,3 \text{ м}$

$d$  - размер здания в направлении под прямым углом к расчетному направлению ветра;

$h$  - высота здания.

Проектируемое здание расположено на местности типа В.

$k(z_e)$  определяется по табл. 11.2 методом линейной интерполяции в зависимости от  $z_e$ :

- на отм. +6,600  $k(z_e) = 0,548$

- на отм. +13,300  $k(z_e) = 0,716$

Аэродинамический коэффициент  $c$  принимается равным 1,4 согласно табл. Д.1. [6] и суммируется из составляющих активного  $c_a$  и пассивного  $c_p$  давления:

$$c = c_a + c_p$$

$$c = 0,8 + 0,6 = 1,4$$

Нормативные значения ветрового давления:

1) на отм. +6,600

- для наветренной стороны (активное давление)

$$w_m = 23 \text{ кг/м}^2 \cdot 0,548 \cdot 0,8 = 10,08 \text{ кг/м}^2$$

- для подветренной стороны (пассивное давление)

$$w_m = 23 \text{ кг/м}^2 \cdot 0,548 \cdot 0,6 = 7,56 \text{ кг/м}^2$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		30

2) на отм. +13,300

- для наветренной стороны (активное давление)

$$w_m = 23 \text{ кг/м}^2 \cdot 0,716 \cdot 0,8 = 13,17 \text{ кг/м}^2$$

- для подветренной стороны (пассивное давление)

$$w_m = 23 \text{ кг/м}^2 \cdot 0,716 \cdot 0,6 = 9,88 \text{ кг/м}^2$$

Согласно п. 11.1.12 [...] коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$  принимается равным 1,4, тогда расчетные нагрузки равны:

1) на отм. +6,600

- для наветренной стороны (активное давление)

$$w = 10,08 \text{ кг/м}^2 \cdot 1,4 = 14,11 \text{ кг/м}^2$$

- для подветренной стороны (пассивное давление)

$$w = 7,56 \text{ кг/м}^2 \cdot 1,4 = 10,58 \text{ кг/м}^2$$

2) на отм. +13,300

- для наветренной стороны (активное давление)

$$w = 13,17 \text{ кг/м}^2 \cdot 1,4 = 18,44 \text{ кг/м}^2$$

- для подветренной стороны (пассивное давление)

$$w = 9,88 \text{ кг/м}^2 \cdot 1,4 = 13,83 \text{ кг/м}^2$$

Сведем все действующие на раму нагрузки в единую таблицу.

Таблица 2.6

Нагрузки, действующие на поперечную раму каркаса, кг/м<sup>2</sup>

Вид нагрузки	Наименование нагрузки	Нагрузка нормативная $q_n$	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Нагрузка расчетная $q$
Постоянная	Собственный вес:			
	- кровли	210	-	246
	- пола 2 этажа	650	-	735
	- наружных стен	22,4	-	24,5
	- перегородок	296	-	385
Временная	Полезная нагрузка:			
	- на перекрытие 2 этажа	300	1,2	360
	Снеговая нагрузка	93	1,4	130
	Ветровая нагрузка:			

- для наветренной стороны на отм. +6,600	10,08	1,4	14,11
- для подветренной стороны на отм. +6,600	7,56	1,4	10,58
- для наветренной стороны на отм. +13,300	13,17	1,4	18,44
- для подветренной стороны на отм. +13,300	9,88	1,4	13,83

## 2.2. Расчет плоской поперечной рамы каркаса

Расчет плоской рамы проводится программном комплексе «Лира-САПР».

Метод конечных элементов положен в основу расчета.

В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

- X линейное перемещение по оси X
- Z линейное перемещение по оси Z
- UY поворот вокруг оси Y

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип №10. Пространственный стержневой конечный элемент, является универсальным.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

- N осевая сила; положительный знак означает растяжение.
- MY изгибающий момент относительно оси Y1, знак «плюс» соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

- QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; знак «плюс» соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.



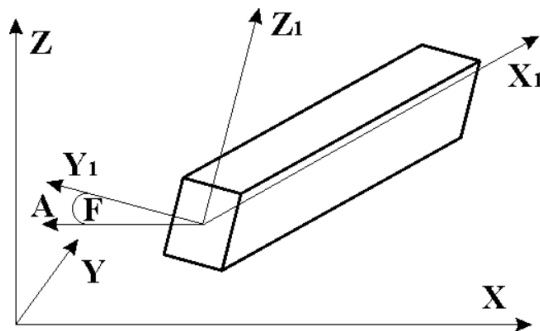


Рис.2.1. Универсальный пространственный стержневой КЭ

### 2.2.1 Выбор стали для конструкций

В соответствии с [7] сталь назначается, исходя из группы строительных конструкций и температуры воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98.

По [7] приложение В определяем группу стальных конструкций:

Главные балки – 1 группа

Колонны – 3 группа

По [3] определяем температуру в г. Москва:

$t = - 35^{\circ}\text{C}$  – температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98.

На основании этих данных по табл. В.1 [...] СП 16.13330.2011 выбираем сталь С245.

### 2.2.2. Формирование расчетной схемы

Расчетной схемой является плоская рама, полученная с помощью поперечного разреза по оси 11. Рама жестко закреплена у основания, все узлы жесткие, данная система является статически неопределимой. Вертикальные элементы выполняют роль колонн, горизонтальные элементы – роль главных балок.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ

Лист

33

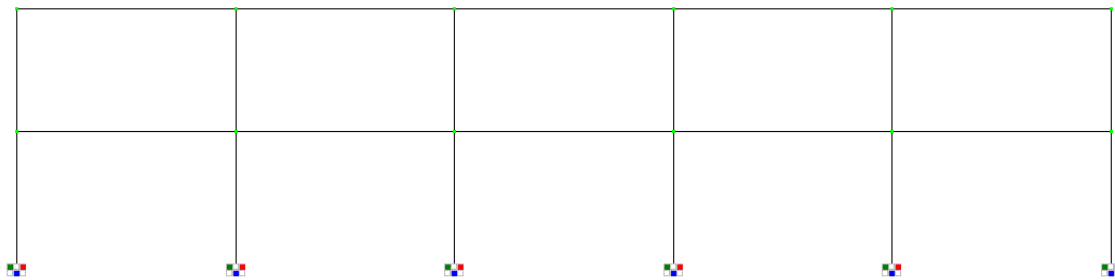


Рис.2.2. Расчетная схема рамы

### 2.2.3. Задание типов жесткости

Для каждого конечного элемента зададим определенный тип жёсткости.

Таблица 2.7

Типы жесткостей элементов

№ п/п	Элемент	Жесткость
1	Колонны	Двутавр 40К1
2	Главные балки 1 этажа	Составной двутавр: - лист 250x10, пояс - лист 800x6, стенка
3	Главные балки 2 этажа	Составной двутавр: - лист 340x20, пояс - лист 1260x12, стенка

### 2.2.4. Задание нагрузок

Таблица 2.8

Загрузки поперечной рамы

№ п/п	Вид загрузки	Тип нагрузки	Значение
1	Собственный вес металлических конструкций	Постоянная	Определяется автоматически в ПК «Лира-САПР»
2	Вес кровли, перекрытия, наружных стен, перегородок, лестницы	Постоянная	а) на балки 2 этажа – 2,95 т/м б) на балки 1 этажа – 13,44 т/м в) на торцы рамы – 0,294 т/м г) вес лестницы – 0,588 т (прикладывается к узлу)
3	Полезная нагрузка	Временная длителън.	на балки 1 этажа – 4,32 т/м

4	Снеговая нагрузка	Кратковременная	на балки 2 этажа – 1,56 т/м
5	Ветровая нагрузка (слева направо)	Кратковременная	а) с наветренной стороны – 0,093 и 0,245 т/м б) с подветренной стороны – 0,070 и 0,184 т/м (в зависимости от высоты здания)
6	Ветровая нагрузка (справа налево)	Кратковременная	Аналогично ветровой нагрузке слева направо

Собственный вес  
Вариант конструирования: Вариант 1

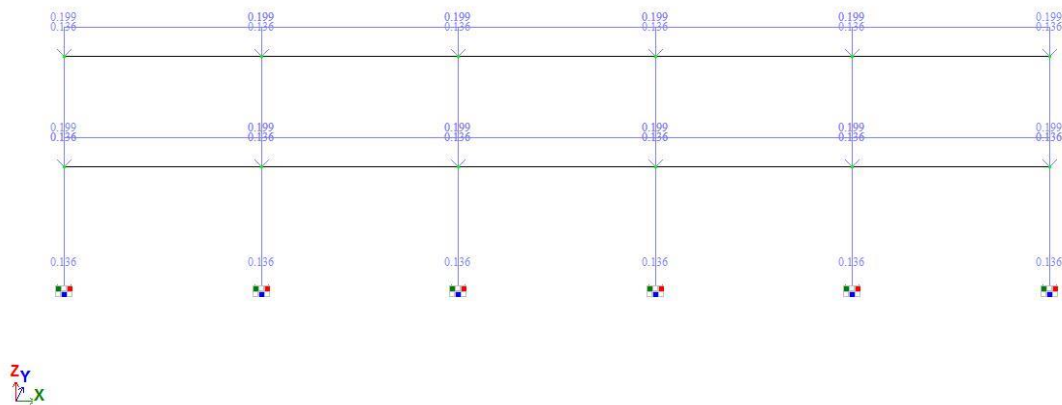


Рис.2.3. Собственный вес металлических конструкций, т/м

Вес кровли, пола, наружных стен, перегородок, лест  
Вариант конструирования: Вариант 1

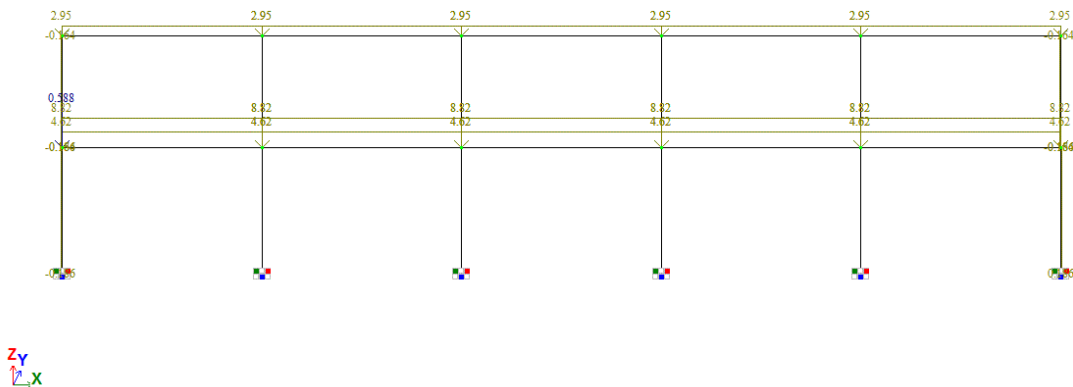


Рис.2.4. Собственный вес кровли, перекрытия,  
наружных стен, перегородок, лестницы, т/м

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	--------	------	--------	---------	------

АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ

Лист

35

Полезная нагрузка  
Вариант конструирования: Вариант 1

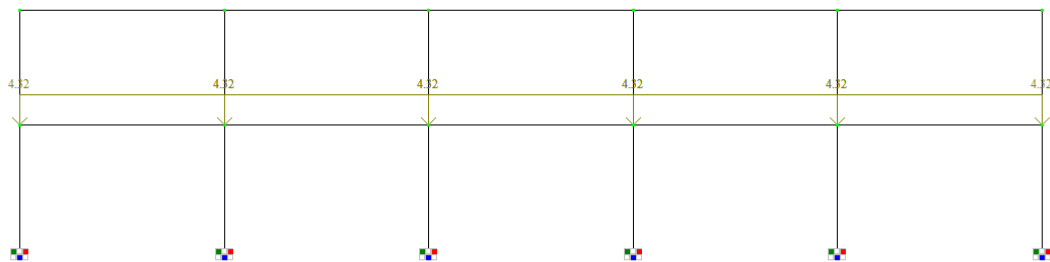


Рис.2.5. Полезная нагрузка, т/м

Снег  
Вариант конструирования: Вариант 1

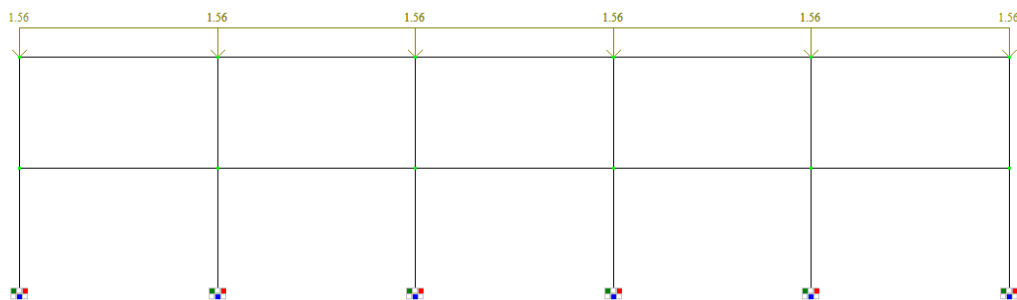


Рис.2.6. Снеговая нагрузка, т/м

Ветер слева  
Вариант конструирования: Вариант 1

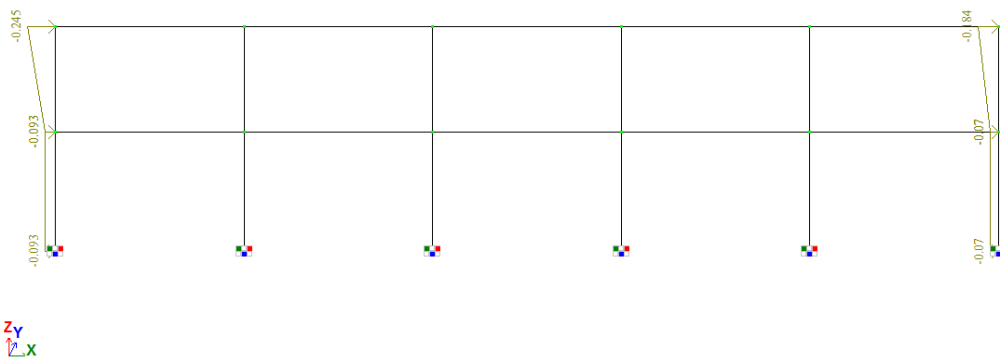


Рис.2.7. Движение ветра слева направо, т/м

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ

Лист

36

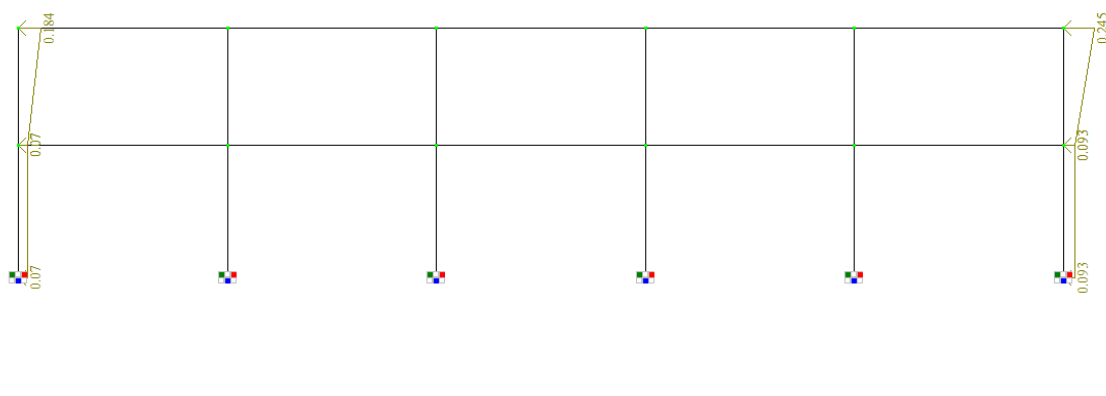


Рис.2.8. Движение ветра справа налево, т/м

### 2.2.5. Формирование таблиц РСУ и РСН

Формирование таблицы РСУ происходит автоматически в ПК «Ли́ра-САПР», при этом два вида ветровой нагрузки является взаимоисключающими.

№.	Имя загрузки	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный вес	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Вес кровли, пола, наружных стен, перегородок, лест	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Полезная нагрузка	Временное длит.(1)	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
4	Снег	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
5	Ветер слева	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
6	Ветер справа	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80

Рис.2.9. Таблица РСУ из ПК «Ли́ра-САПР»

Для того чтобы сформировать таблицу РСН, необходимо определить наиболее опасные сочетания нагрузок.

Таблица 2.9

#### Сочетания нагрузок

№ п/п	Виды загружений
1	Постоянная и временная нагрузки
2	Постоянная, временная и снеговая нагрузки
3	Постоянная, временная нагрузки, ветровая нагрузка слева направо
4	Постоянная, временная нагрузка, ветровая нагрузка справа налево
5	Постоянная, временная, снеговая нагрузки, ветровая нагрузка слева направо
6	Постоянная, временная, снеговая нагрузки, ветровая нагрузка справа налево

На основе этих данных в ПК «Ли́ра-САПР» была сформирована таблица РСН.

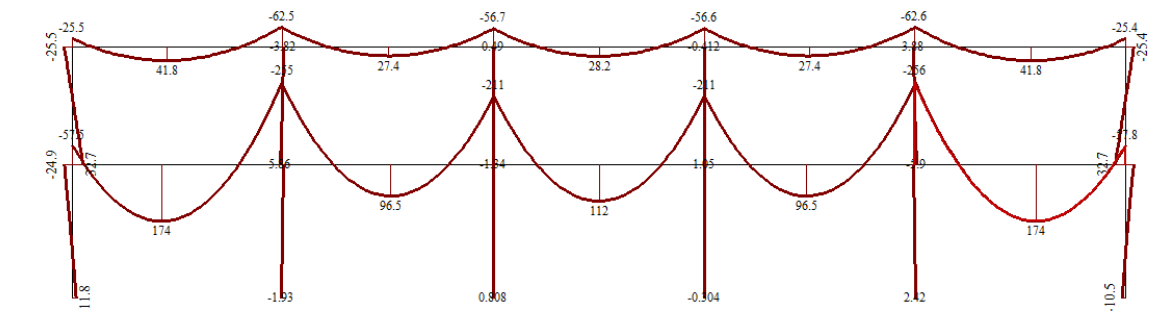
	N загрузк.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоскл.	Козф. надежн.	Доля длительн.	1	2	3	4	5	6
1	1	Собственный вес	Постоянное(П)	+		1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2	Вес кровли, пола, наруж	Постоянное(П)	+		1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	3	Полезная нагрузка	Длительное(Д)	+		1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	4	Снег	Кратковременное(К)	+		1.2	.35	.0	1.0	.0	.0	1.0	1.0
5	5	Ветер слева	Кратковременное(К)	+	+	1.2	.35	.0	.0	1.0	.0	1.0	.0
6	6	Ветер справа	Кратковременное(К)	+	+	1.2	.35	.0	.0	.0	1.0	.0	1.0

Рис.2.10. Таблица РСН из ПК «Лира-САПР»

### 2.2.6. Анализ результатов расчета

Анализ результатов расчета проводится по РСН для наиболее неблагоприятного нагружения (при одновременном действии постоянной, временной, снеговой нагрузок и ветровой нагрузки справа налево).

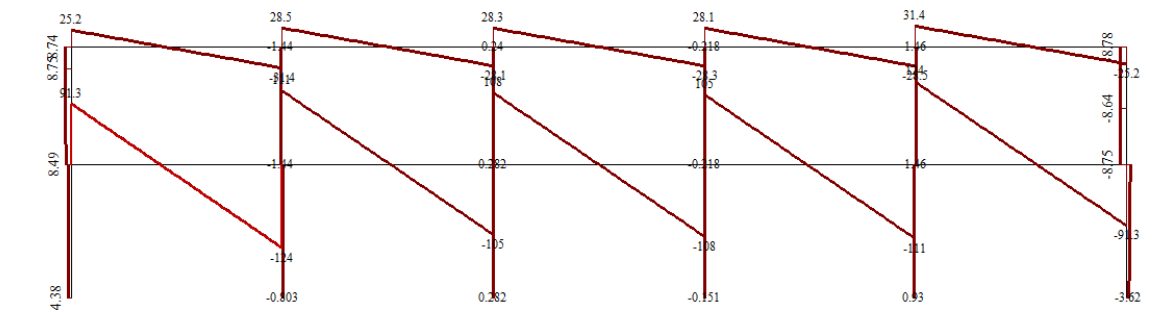
6  
Эпюра  $M_y$   
Единицы измерения - т\*м



Zy  
X  
Минимальное усилие -255.511  
Максимальное усилие 174.369

Рис. 2.11. Эпюра изгибающих моментов  $M_y$ , тм

6  
Эпюра  $Q_z$   
Единицы измерения - т



Zy  
X  
Минимальное усилие -124.248  
Максимальное усилие 124.23

Рис. 2.12. Эпюра поперечных сил,  $Q_z$ , т

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

6  
Эпюра N  
Единицы измерения - т

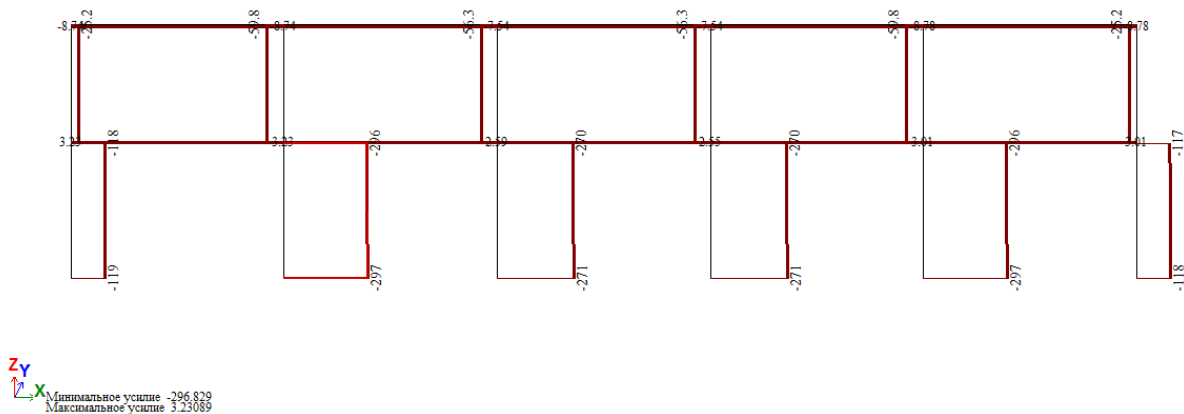
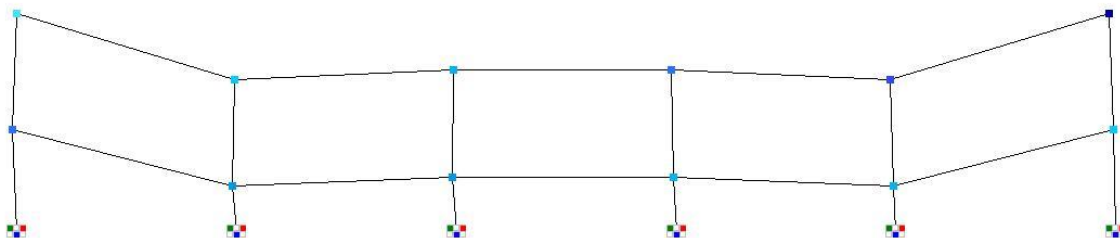


Рис. 2.13. Эпюра продольных сил N, т



6  
Мозаика перемещений по X(G)  
Единицы измерения - мм

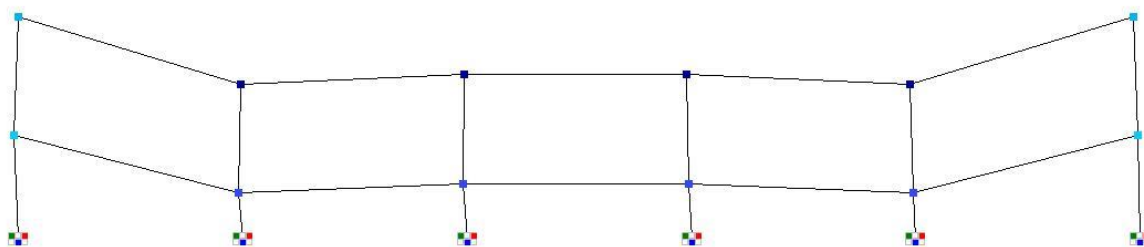


Zy  
X

Рис. 2.14. Характер деформирования рамы по оси X



6  
Мозаика перемещений по Z(G)  
Единицы измерения - мм



Zy  
X

Рис.2.15. Характер деформирования рамы по оси Z

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ

Лист

39

Из анализа эпюр можно сделать вывод, что наибольшие значения изгибающих моментов и поперечных сил возникают на опорах балок, а наибольшие значения сжимающих продольных сил – в колоннах 1 этажа. Данные усилия возникают, в основном, от действия собственного веса и полезной нагрузок. Снеговая и ветровая нагрузки не оказывают существенного влияния на конструкцию.

### 2.2.7. Расчет на общую устойчивость

В ПК «Ли́ра-САПР» был выполнен расчет на общую устойчивость. Результаты расчета показаны на рис. 2.15

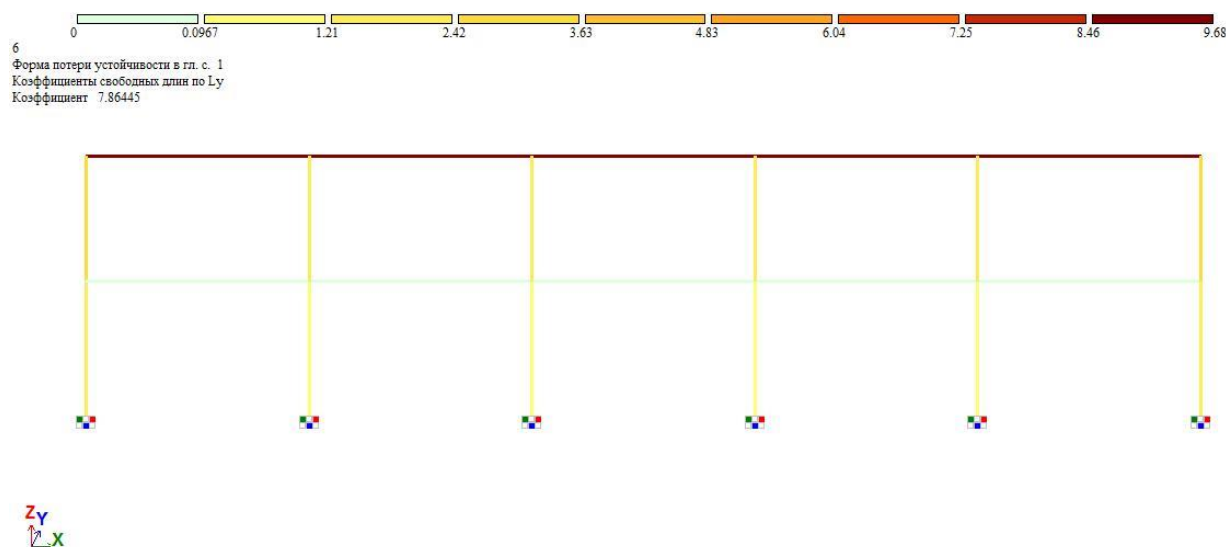


Рис.2.16. Результаты расчета на общую устойчивость

Выполним проверку общей устойчивости на основании результатов расчета.

$$N \leq F_{cr}$$

$$N = 297 \text{ т}$$

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{3,14^2 \cdot 10 \cdot 799}{(1,4 \cdot 6,7)^2} = 1210 \text{ т}$$

$$297 < 1210 \text{ т}$$

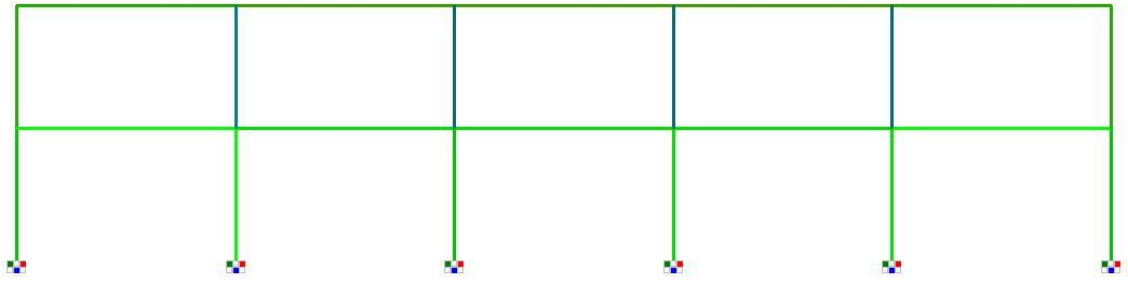
Общая устойчивость обеспечена.

### 2.2.9. Проверка прочности элементов плоской рамы

С помощью ПК «Ли́ра-САПР» выполним проверку прочности элементов плоской рамы по первому и второму предельному состояниям, а также по местной устойчивости. Результаты проверки представлены на рис. 2.17-2.19.

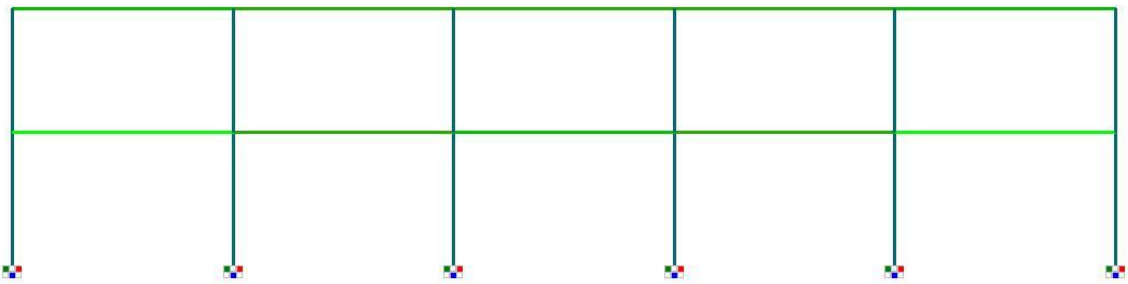
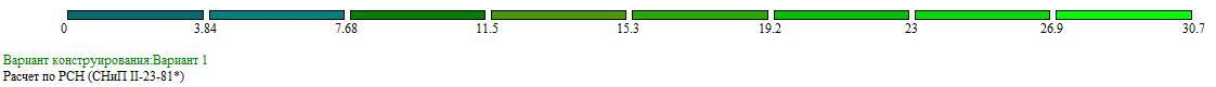
						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		40





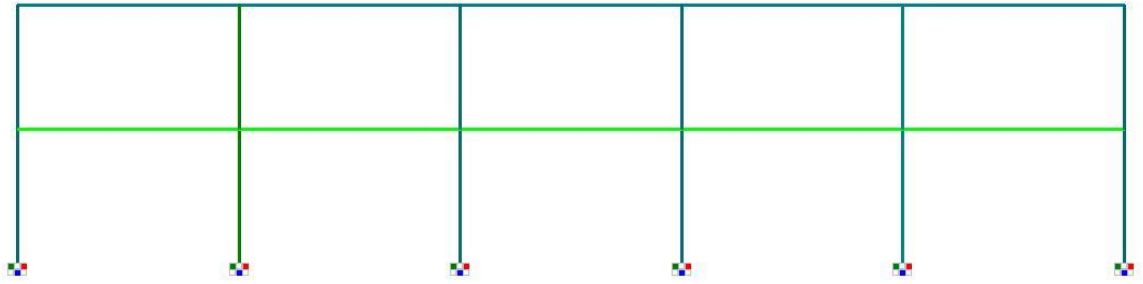
Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

Рис.2.17. Мозаика результатов проверки назначенных сечений стальных стержней по первому предельному состоянию



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

Рис.2.18. Мозаика результатов проверки назначенных сечений стальных стержней по второму предельному состоянию



  
 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости

Рис.2.19. Мозаика результатов проверки назначенных сечений стальных стержней по местной устойчивости

Из анализа результатов можно сделать вывод о том, что прочность, жёсткость и местная устойчивость элементов рамы обеспечена.

### 2.2.8. Расчет отдельных элементов плоской рамы

С помощью ПК «Лира-САПР» выполним расчет крайней левой главной балки 1 этажа.

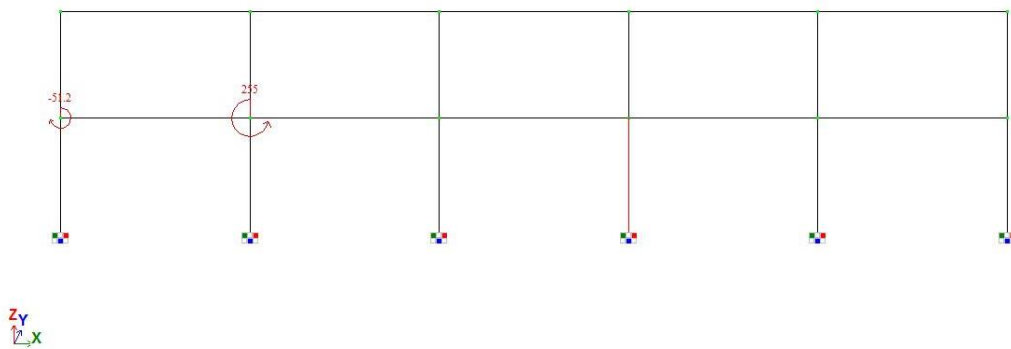


Рис.2.20. Значение изгибающего момента в главной балке  $M_y, \text{тм}$

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

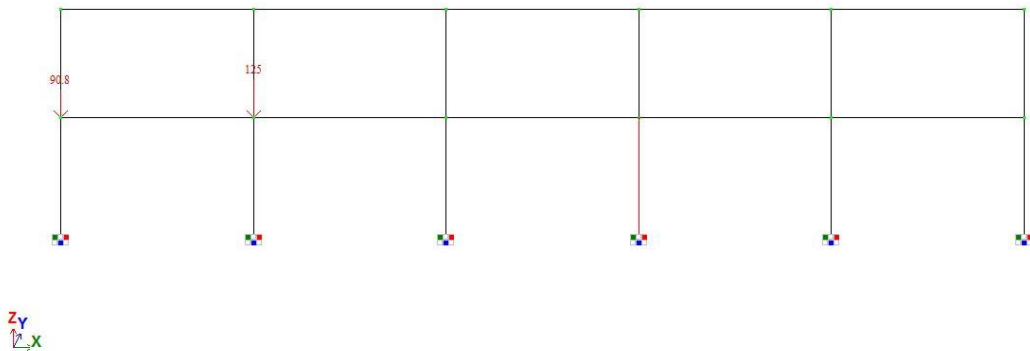


Рис.2.21. Значение поперечной силы в главной балке  $Q_z, T$

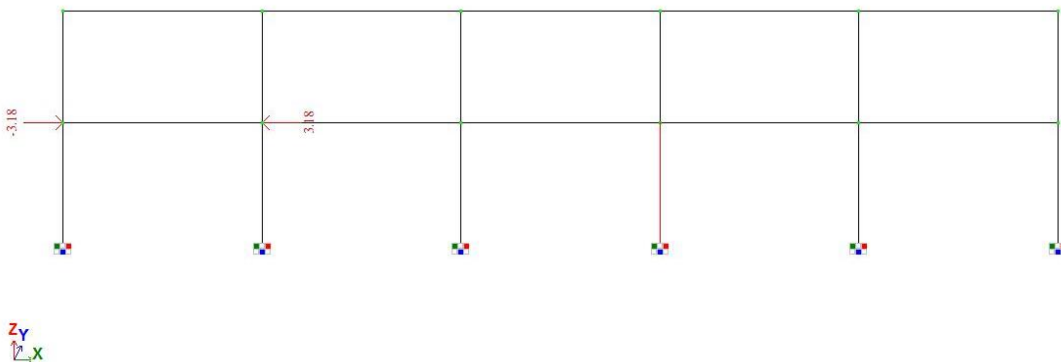


Рис.2.22. Значение продольных усилий в главной балке  $N, T$

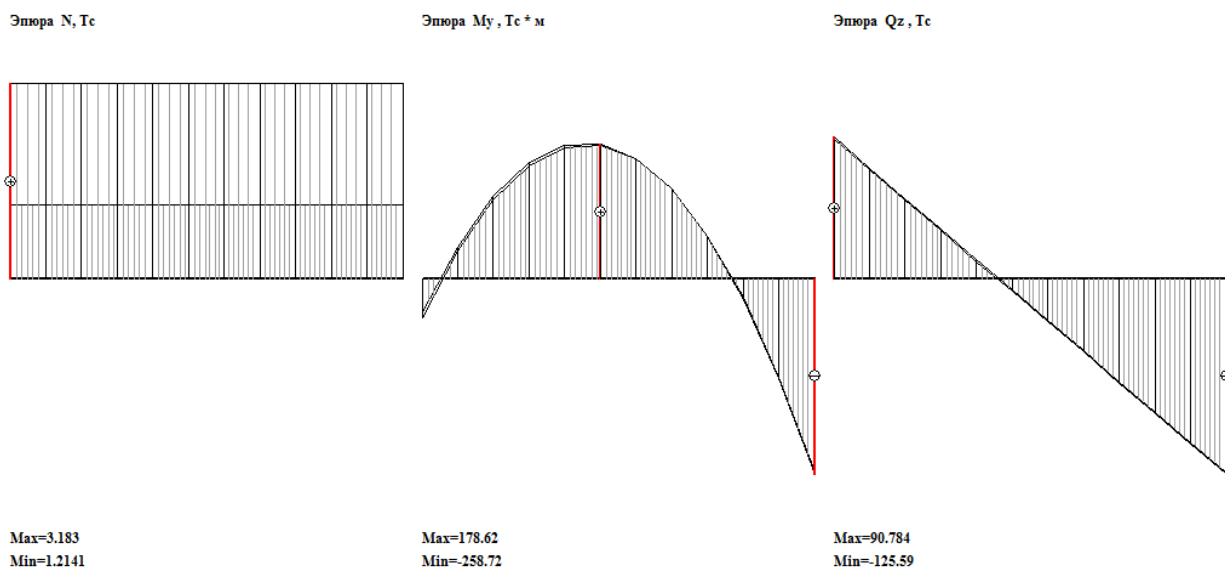


Рис.2.23. Эпюры продольной силы, изгибающего момента и поперечной силы в главной балке

Подбор сечений элементов осуществляется автоматически в ПК «Лири-САПР». Программа подобрала сечение главной балки в виде составного двутавра с размерами пояса 340x16 и стенки 125x12. Помимо этого, с целью обеспечения

местной устойчивости стенки, программа определила шаг поперечных ребер в главной балке, равный 2,25 м.

### 2.3. Ручной расчет выбранного элемента (главной балки)

#### 2.3.1. Определение расчетных усилий

Главная балка представляет собой статически неопределимую балку, жестко защемленную с двух сторон с равномерно распределенной нагрузкой.

На балку действует:

1) постоянная нагрузка от веса пола 2 этажа и перегородок:

- нормативная – 11,3 т/м

- расчетная – 13,4 т/м

2) временная (полезная) нагрузка:

- нормативная – 3,6 т/м

- расчетная – 4,32 т/м

Расчетные усилия в главной балке вычислены с помощью ПК «Лира-САПР» согласно наиболее неблагоприятному случаю РСН:

$$M_{max} = 255 \text{ тм (на опоре)}$$

$$Q_{max} = 125 \text{ т (на опоре)}$$

#### 2.3.2. Компоновка и подбор сечения главной балки

Компоновка сечения проводится согласно Приложению М [...]

$$L = 12 \text{ м}$$

$$\rho = 9,6$$

$$n = 250 \text{ (приложение Е.2 табл. Е.1 [6]) } \gamma_f = 1,0$$

$$\gamma_c = 1,0$$

$$B = \sqrt[3]{\frac{M}{E\gamma_c}} = \sqrt[3]{\frac{255 \text{ тм}}{2,05 \cdot 10^6 \text{ т/м}^2}} = 0,049 \text{ м} = 49,9 \text{ мм}$$

$$\varphi = \frac{l}{B} = \frac{12 \text{ м}}{0,0499 \text{ м}} = 240$$

$$\theta = \frac{n}{\rho\gamma_f} = \frac{250}{9,6 \cdot 1} = 26$$

Определим размеры сечения по следующим формулам:

$$t_w = 0,367B = 0,367 \cdot 49,9 \text{ мм} = 18,31 \text{ мм}$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		44

$$h_w = \frac{5,5 t_w v}{\sqrt{\gamma_c}}$$

$$\text{где } v = \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \sqrt{\frac{2,05 \cdot 10^7 \text{ Т/М}^2}{23\,500 \text{ Т/М}^2}} = 29,5$$

$$h_w = \frac{5,5 \cdot 18,31 \text{ мм} \cdot 29,5}{\sqrt{1}} = 2970 \text{ мм}$$

$$t_f = 1,66 t_w = 1,66 \cdot 18,31 \text{ мм} = 30,39 \text{ мм}$$

$$b_f = 0,302 h_w = 0,302 \cdot 2970 = 897 \text{ мм}$$

$$h = h_w + 2 t_f = 2970 + 2 \cdot 30,39 = 3031 \text{ мм} = h_{max}$$

$$t_w = 7 + 0,003 h$$

$$h = (1/8 \dots 1/12) \cdot L$$

$$\text{Пусть } h = 1/10 L = 1/10 \cdot 12 = 1,2 \text{ м}$$

$$t_w = 7 + 0,003 \cdot 1200 \text{ мм} = 10,6 \text{ мм}$$

Примем  $t_w = 12 \text{ мм}$

$$h_{min} = \frac{5}{24} \frac{R_y \gamma_c L}{E} \left[ \frac{l}{f_n} \right] \frac{p_n + g_n}{\gamma_f^p p_n + \gamma_f^g g_n}$$

$$h_{min} = \frac{5}{24} \frac{23\,500 \text{ Т/М}^2 \cdot 1 \cdot 12 \text{ м}}{2,05 \cdot 10^7 \text{ Т/М}^2} \cdot 250 \cdot \frac{11,3 \text{ Т/М} + 3,6 \text{ Т/М}}{13,4 \text{ Т/М} + 4,32 \text{ Т/М}} = 0,602 \text{ м} = 602 \text{ мм}$$

$$h_{min} < h < h_{max}$$

$$602 \text{ мм} < h < 3031 \text{ мм}$$

Принимаем  $h = 1300 \text{ мм}$

Определим  $t_w min$  из условия прочности на срез:

$$t_w min \geq \frac{Q_{max} S_x}{I_x R_s \gamma_c}$$

Т.к.  $I_x$  и  $S_x$  неизвестны, то используем формулу:

$$t_w min \geq \frac{Q_{max} k}{h_w R_s \gamma_c}$$

$$k = 1,5$$

$$h_w = h - 2 t_f$$

Примем  $t_f = 20 \text{ мм}$

$$h_w = 1300 - 2 \cdot 20 = 1260 \text{ мм}$$

$$t_w min \geq \frac{125 \text{ Т} \cdot 1,5}{1,26 \text{ м} \cdot 13\,630 \text{ Т/М}^2} = 0,01083 \text{ м} = 10,83 \text{ мм}$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		45

Примем  $t_w = 12$  мм

Определим площадь поясных швов:

$$b_f = (1/3 \dots 1/5)h$$

$$1/3 \cdot 1300 = 433 \text{ мм}$$

$$1/5 \cdot 1300 = 260 \text{ мм}$$

Примем  $b_f = 340$  мм

$$t_w \leq t_f \leq 3 t_w$$

$$12 \leq 20 \leq 36 \text{ мм}$$

Принимаем размеры сечения, указанные на рис. 2.25

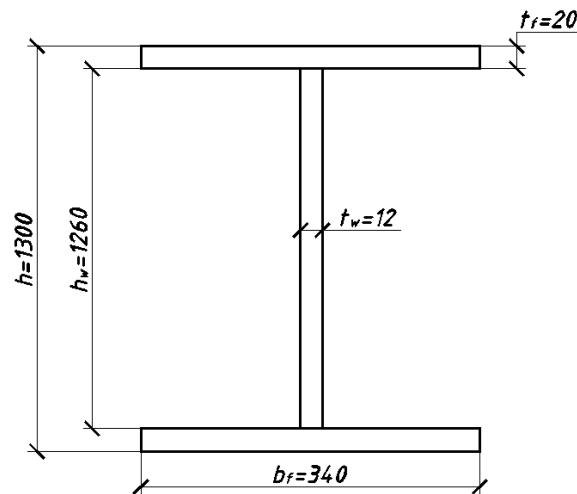


Рис.2.24. Размеры поперечного сечения главной балки

Геометрические характеристики принятого сечения главной балки.

$$I_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2 t_f b_f \left( \frac{h - t_f}{2} \right)^2 = \frac{1,2 \cdot 1260^3}{12} + 2 \cdot 20 \cdot 340 \left( \frac{1300 - 20}{2} \right)^2 = 757\,094 \text{ см}^4$$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2 \cdot 757\,094 \text{ см}^4}{130 \text{ см}} = 11\,648 \text{ см}^3$$

Определим требуемый момент сопротивления сечения балки:

$$W_d = \frac{M_{max}}{R_y \gamma_c} = \frac{255 \text{ тм}}{23\,500 \text{ т/м}^2} \cdot 10^6 = 10\,851 \text{ см}^3$$

Т.к.  $W_x > W_d$ , размеры сечения достаточны.

### 2.3.3. Проверка прочности и жесткости

Коэффициент условий работы  $\gamma_c$  принимаем по табл. 1 [7]  $\gamma_c = 1$

#### 2.3.3.1. Прочность по нормальным напряжениям

$$\frac{M_{max}}{W_x R_y \gamma_c} \leq 1$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		46

$$\frac{255 \text{ тм}}{11\,648 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 23\,500 \text{ т/м}^2} = 0,93 < 1$$

Прочность по нормальным напряжениям обеспечена.

### 2.3.3.2. Прочность по касательным напряжениям

$$\frac{Q_{max} S_x}{I_x t_w R_s \gamma_c} \leq 1$$

$$S_x - ?$$

$$S_x = A_f \frac{h-t_f}{2} + \frac{t_w h_w^2}{8}$$

$$A_f = \frac{W_d - W_w}{h_w}$$

$W_w$  – момент сопротивления стенки

$$W_w = \frac{t_w h_w^2}{6} = \frac{1,2 \cdot 106^2}{6} = 2\,247 \text{ см}^3$$

$$A_f = \frac{9\,021 - 2\,247}{126} = 53,8 \text{ см}^2$$

$$S_x = 53,8 \cdot 2 \frac{130-2}{2} + \frac{1,2 \cdot 126^2}{8} = 9\,268 \text{ см}^3$$

$$\frac{125 \text{ т} \cdot 9\,268 \text{ см}^3 \cdot 10^4}{757\,094 \text{ см}^4 \cdot 1,2 \text{ см} \cdot 13\,630 \text{ т/м}^2} = 0,93 < 1$$

Прочность по касательным напряжениям обеспечена.

Проверку жесткости выполнять не требуется, т.к. принятая высота сечения больше минимальной.

### 2.3.4. Проверка устойчивости главной балки

#### 2.3.4.1. Общая устойчивость

Согласно п. 8.4.4 [7] общая устойчивость балок 1-го класса следует считать обеспеченной при передаче нагрузки на балку через сплошной жесткий настил (плиты железобетонные из тяжелого бетона), непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и связанный с ним с помощью сварки, при этом силы трения учитывать не следует.

Таким образом, общая устойчивость главной балки обеспечена.

#### 2.3.4.2. Местная устойчивость сжатого пояса

Местная устойчивость сжатого пояса проверяется согласно п. 8.5.18 [7].

$$\bar{\lambda}_f = \frac{b_{ef}}{2t_f} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \leq \bar{\lambda}_{uf}$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		47

$$\bar{\lambda}_f = \frac{16,5 \text{ см}}{2 \cdot 2 \text{ см}} \sqrt{\frac{23\,500 \text{ Т/М}^2}{2,05 \cdot 10^7 \text{ Т/М}^2}} = 0,14$$

$$\bar{\lambda}_{uf} = 0,5 \sqrt{\frac{R_y}{\sigma_c}}$$

$$\sigma_c = \frac{M}{W_x \gamma_c} = \frac{255 \text{ ТМ}}{11\,648 \cdot 10^{-6} \text{ М}^3} = 21\,892 \text{ Т/М}^2$$

$$\bar{\lambda}_{uf} = 0,5 \sqrt{\frac{23\,500 \text{ Т/М}^2}{21\,892 \text{ Т/М}^2}} = 0,52$$

$$0,14 < 0,52$$

Местная устойчивость сжатого пояса обеспечена.

### 2.3.4.3. Местная устойчивость стенки

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \leq 3,5$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{126 \text{ см}}{1,2 \text{ см}} \sqrt{\frac{23\,500 \text{ Т/М}^2}{2,05 \cdot 10^7 \text{ Т/М}^2}} = 3,56 > 3,50$$

Местная устойчивость стенки не обеспечена.

Необходимо укрепить стенку балки поперечными ребрами жесткости согласно п.8.5.9 [7]

$$\text{При } \bar{\lambda}_w \geq 3,2 \quad d < 2 h_w,$$

где  $d$  – расстояние между ребрами жесткости

$$d < 2 \cdot 1260 \text{ мм}$$

$$d < 2520 \text{ мм}$$

Принимаем  $d=2000$  мм.

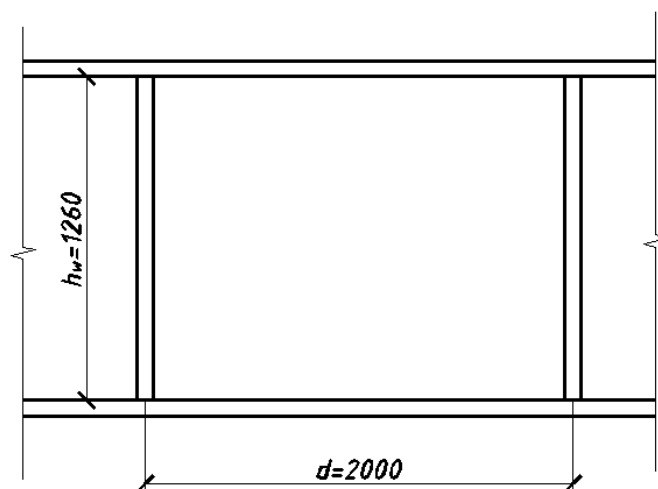


Рис.2.25. Шаг установки поперечных ребер в главной балке

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		48



$b_h$  и  $t_h$  - размеры поперечных ребер

$$b_h \geq \left(\frac{h_w}{30} + 25\right) = \left(\frac{1260}{30} + 25\right) \text{ мм} = 67 \text{ мм}$$

Примем  $b_h = 110 \text{ мм}$

$$t_h \geq 2 b_h \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 70 \sqrt{\frac{23\,500 \text{ Т/м}^2}{2,05 \cdot 10^7 \text{ Т/м}^2}} = 4,7 \text{ мм}$$

Примем  $t_h = 10 \text{ мм}$

### 2.3.5. Проверка местной устойчивости стенки балки, укрепленной поперечными ребрами

Необходимо разбить балку на отсеки, возьмем первый отсек от опоры и ближайший к середине пролета.

1 отсек: на расстоянии 2,4 м от опоры,  $Q = 53,9 \text{ т}$ ,  $M = 32,8 \text{ т}$

(Эпюры  $Q$  и  $M$  взяты из ПК «Ли́ра-САПР» при расчете отдельного элемента схемы)

Краевые нормальные напряжения в стенке балки будут равны:

$$\sigma = \frac{M \cdot h_w}{W_x \cdot h} = \frac{32,8 \text{ тм} \cdot 1,26 \text{ м}}{11\,648 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 1,3 \text{ м}} = 2\,729 \text{ Т/м}^2$$

Краевые касательные напряжения в стенке:

$$\tau = \frac{Q}{h_w \cdot t_w} = \frac{53,9 \text{ т}}{1,26 \text{ м} \cdot 0,012 \text{ м}} = 3\,565 \text{ Т/м}^2$$

Критическое нормальное напряжение:

$$\sigma_{cr} = \frac{c_{cr} R_y}{\lambda_w^2}$$

где  $c_{cr}$  определяется по таблице 12 [.] в зависимости от коэффициента  $\delta$ ,

который определяется по формуле:  $\delta = \beta \frac{b_f}{h_w} \left(\frac{t_f}{t_w}\right)^3$

$\beta = 0,8$  (принято по табл. 13 [7])

$$\delta = 0,8 \cdot \frac{34}{126} \cdot \left(\frac{2}{1,2}\right)^3 = 1$$

По интерполяции  $c_{cr} = 31,5$

Тогда критическое нормальное напряжение равно:

$$\sigma_{cr} = \frac{31,5 \cdot 23\,500 \text{ Т/м}^2}{(3,56)^2} = 58\,409 \text{ Т/м}^2$$

Критическое касательное напряжение:

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		49

$$\tau_{cr} = 10,3 \left( 1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_s}{\bar{\lambda}_d^2}$$

$\mu$  – отношение большей стороны отсека к меньшей,

$$\mu = \frac{2400 \text{ мм}}{1260 \text{ мм}} = 1,9$$

$$R_s = 0,58 \cdot 23\,500 \text{ т/м}^2 = 13\,630 \text{ т/м}^2$$

$$\bar{\lambda}_d^2 = \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$d$  - меньшая из сторон отсека,  $d=1260$  мм.

$$\bar{\lambda}_d = \frac{1260 \text{ мм}}{12 \text{ мм}} \sqrt{\frac{23\,500 \text{ т/м}^2}{2,05 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2}} = 3,56$$

$$\tau_{cr} = 10,3 \left( 1 + \frac{0,76}{(1,9)^2} \right) \frac{13\,630 \text{ т/м}^2}{(3,56)^2} = 13\,410 \text{ т/м}^2$$

Проверка местной устойчивости по формуле (80) [7]:

$$\sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} / \gamma_c \leq 1$$

$$\sqrt{\left( \frac{2\,729}{58\,409} \right)^2 + \left( \frac{3\,565}{13\,410} \right)^2} / 1 = 0,27 < 1$$

Местная устойчивость стенки в опорном отсеке обеспечена.

2 отсек: на расстоянии 4,8 м от опоры,  $M=112$  тм,  $Q=0$  т

Краевые нормальные напряжения в стенке балки будут равны:

$$\sigma = \frac{M \cdot h_w}{W_x \cdot h} = \frac{112 \text{ тм} \cdot 1,26 \text{ м}}{11\,648 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 1,3 \text{ м}} = 9\,320 \text{ т/м}^2$$

Краевые касательные напряжения в стенке равны нулю.

Критическое нормальное напряжение:

$$\sigma_{cr} = \frac{c_{cr} R_y}{\bar{\lambda}_w^2}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{31,5 \cdot 23\,500 \text{ т/м}^2}{(3,56)^2} = 58\,409 \text{ т/м}^2$$

Проверка местной устойчивости по формуле (80) [7]:

$$\sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} / \gamma_c \leq 1$$

Т.к.  $\tau = 0$ , формула принимает вид:  $\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} / \gamma_c \leq 1$

$$\frac{9\,320}{58\,409} / 1 = 0,16 < 1$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		50

Местная устойчивость стенки обеспечена.

### 2.3.6. Расчет поясных швов главной балки

Поясные швы обеспечивают совместную работу поясов стенки, а также препятствуют взаимному сдвигу пояса и стенки.

Максимальное сдвигающее усилие, приходящееся на 1 см длины шва возникает в опорном сечении балки и равно:

$$T = \frac{Q_{max} S_f}{I_x}$$

$$S_f = 0,5 b_f t_f (h - t_f) = 0,5 \cdot 34 \cdot 2 \cdot (130 - 2) = 4\,352 \text{ см}^3 - \text{статический момент пояса}$$

относительно нейтральной оси

$$I_x = 723\,754 \text{ см}^4$$

$$Q_{max} = 125 \text{ т}$$

$$T = \frac{125 \text{ т} \cdot 4\,352 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{757\,094 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4} = 71,3 \text{ т/м}$$

Определим катет шва:

- по металлу

$$k_f = \frac{T}{2\beta_f R_{wf} \gamma_c}$$

- по границе сплавления

$$k_f = \frac{T}{2\beta_z R_{wz} \gamma_c}$$

По таблице 4 [7] определим расчётные сопротивления металла шва и границы сплавления:

$$R_{wf} = \frac{0,55 R_{wun}}{\gamma_{wm}}$$

$R_{wun} = 41\,000 \text{ т/м}^2$  (принято по табл. Г.2 [7] для электрода типа Э42 и марки проволоки Св-08)

$$\gamma_{wm} = 1,25$$

$$R_{wf} = \frac{0,55 \cdot 41\,000 \text{ т/м}^2}{1,25} = 18\,040 \text{ т/м}^2$$

$$R_{wz} = 0,45 R_{un}$$

$$R_{un} = 37\,000 \text{ т/м}^2 \text{ (принято по табл. В.5 [7])}$$

$$R_{wz} = 0,45 \cdot 37\,000 \text{ т/м}^2 = 16\,650 \text{ т/м}^2$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
							51
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

По табл. 39 [7]  $\beta_f = 0,7$ ;  $\beta_z = 1,0$

$$k_f = \frac{71,3 \text{ т/м}}{2 \cdot 0,7 \cdot 18\,040 \text{ т/м}^2 \cdot 1} = 2,82 \text{ мм}$$

$$k_f = \frac{71,3 \text{ т/м}}{2 \cdot 1 \cdot 16\,650 \text{ т/м}^2 \cdot 1} = 2,14 \text{ мм}$$

По табл. 38 [7]  $k_{min} = 5 \text{ мм}$ , принимаем  $k_f = 5 \text{ мм}$ .

## 2.4. Конструирование и расчет узла крепления второстепенной балки к главной

Для того чтобы рассчитать и законструировать узел крепления второстепенной балки к главной, необходимо подобрать сечение второстепенной балки.

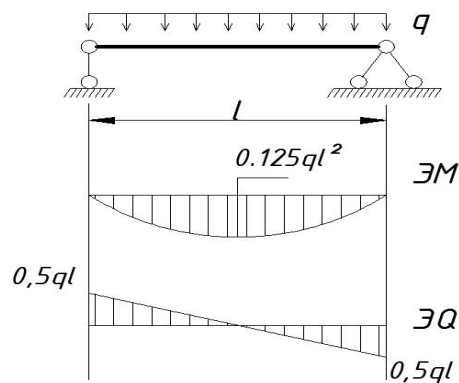


Рис. 2.26. Расчетная схема второстепенной балки

Длина пролета  $l = 6 \text{ м}$

Таблица 2.10

Нагрузки, действующие на второстепенную балку

Вид нагрузки	Значение, т/м
Постоянная нагрузка:	
Собственный вес перекрытия 2 этажа	4,41
Собственный вес перегородок	2,31
Временная нагрузка:	
Полезная нагрузка на перекрытие 2 этажа	2,16
Итого:	8,88

$$Q_{max} = 0,5 \, ql = 0,5 \cdot 8,88 \text{ т/м} \cdot 6 \text{ м} = 26,64 \text{ т}$$

$$M_{max} = 0,125 \, ql^2 = 0,125 \cdot 8,88 \text{ т/м} \cdot 6^2 \text{ м}^2 = 39,96 \text{ тм}$$

Определим требуемый момент сопротивления балки и соответствующий № двутавра по ГОСТ- 8239-72\* и СТО АСЧМ 20-93:

$$W_{x \text{ треб}} = \frac{M_{max}}{R_y \gamma_c}$$

$$W_{x \text{ треб}} = \frac{39,96 \text{ тм}}{23 500 \text{ т/м}^2} \cdot 10^6 = 1700 \text{ см}^3$$

Принимаем двутавр I 50БЗ,  $W_x = 1914 \text{ см}^3$

Узел крепления второстепенной балки к главной выполняем в виде примыкания второстепенной балки к главным в уровне верхнего пояса. Крепление осуществляют непосредственно к ребру жесткости на болтах.

#### 2.4.1. Расчет болтов

В качестве расчетных принимаем обычные болты класса точности В.

Количество болтов определяется по формуле:

$$n = \frac{F}{N_{min}}$$

где  $F = Q = 26,64 \text{ т}$  – опорная реакция второстепенной балки,  $N_{min}$  – минимальная несущая способность одного болта на срез или смятие, определяемая по формулам:

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \text{ – при срезе,}$$

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \text{ – при смятии,}$$

$R_{bs}, R_{bp}$  – расчетные сопротивления одноболтовых соединений, определяемые по табл. Г.5 и Г.6 [7]:

$$- R_{bs} = 21 000 \text{ т/м}^2 \text{ для болтов класса точности 5.6 по табл. Г.5. [7]}$$

$$- R_{bp} = 48 500 \text{ т/м}^2 \text{ по табл. Г.6, для стали с временным сопротивлением}$$

$$R_{un} = 37 000 \text{ т/м}^2 \text{ – по табл. В.5 [7]}$$

$$- A_b \text{ – площадь сечения болтов, принимаем первоначально } d=20 \text{ мм, } A_b = 3,14 \text{ см}^2 \text{ – по табл. Г.9. [7]}$$

$$- n_s \text{ – число расчетных плоскостей среза, } n_s = 1.$$

$$- \sum t \text{ – наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении, } \sum t = 7 \text{ мм,}$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		53

–  $\gamma_b$  – коэффициент условий работы болтового соединения, определяемый по табл. 41 [7]:

- для среза  $\gamma_b = 1$ ;

- для смятия при  $R_y$  до 28 500 т/м<sup>2</sup>

$$\gamma_b = \frac{0,4a}{d} + 0,2$$

при этом  $a$  - расстояние вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия, т.к. расставляем болты по конструктивным требованиям табл. 40 [7],

$a = 2,5d = 50$  мм,  $d$  - диаметр отверстия для болта,

$d = 20 + 3 = 23$  мм,

$$\text{тогда } \gamma_b = \frac{0,4 \cdot 50}{23} + 0,2 = 1,037$$

$$\text{так же } \gamma_b = \frac{a}{d} - 0,7 = \frac{50}{23} - 0,7 = 1,47$$

принимаем  $\gamma_b$  минимальный, при этом  $\gamma_b \leq 1$ ,

поэтому принимаем  $\gamma_b = 1$

–  $\gamma_c = 1$ , по табл.1 [7].

Подставляя в формулы, получим:

$$N_{bs} = 21\,000 \text{ т/м}^2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 6,59 \text{ т при срезе,}$$

$$N_{bp} = 48\,500 \text{ т/м}^2 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 7 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 1 \cdot 1 = 7,81 \text{ т}$$

при смятии,

$$\text{Принимаем } N_{min} = N_{bs} = 6,59 \text{ т}$$

$$\text{Число болтов: } n = \frac{26,64 \text{ т}}{6,59 \text{ т}} = 4,04$$

Принимаем  $n = 4$

#### 2.4.2. Проверка прочности стенки балки по ослабленному сечению

При соединении главной и второстепенной балок при помощи болтов необходимо выполнить проверку по ослабленному сечению стенки главной балки.

$$\tau = \frac{Q S \alpha}{I t_w \gamma_c} \leq R_s$$

$$Q = 26,64 \text{ т}$$

$$S = 0,5 h_w t_w \cdot 0,25 h_w = 0,5 \cdot 126 \text{ см} \cdot 1,2 \text{ см} \cdot 0,25 \cdot 126 \text{ см} = 2\,382 \text{ см}^3$$

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		54

$$I = \frac{t_w h_w^3}{12} = \frac{1,2 \text{ см} \cdot 126^3 \text{ см}^3}{12} = 200\,038 \text{ см}^4$$

$$\alpha = \frac{a}{a-d} = \frac{50 \text{ мм}}{50 \text{ мм} - 23 \text{ мм}} = 1,85$$

$$R_s = 0,58 R_y = 0,58 \cdot 23\,500 \text{ Т/м}^2 = 13\,630 \text{ Т/м}^2$$

$$\tau = \frac{Q S \alpha}{I t_w \gamma_c} = \frac{26,64 \text{ Т} \cdot 2382 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 1,85}{200\,038 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4 \cdot 0,012 \text{ м}} = 4\,440 \text{ Т/м}^2 < 13\,630 \text{ Т/м}^2$$

Прочность стенки балки по ослабленному сечению обеспечена.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
							55
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

### 3. Раздел «Технология строительного производства»

#### 3.1. Выбор и обоснование машин и механизмов для монтажа конструкций

Выбор монтажного крана выполняется по трём основным характеристикам: грузоподъёмность (по самому тяжёлому элементу), высота подъёма, вылет стрелы.

В проектируемом здании для монтажа конструкций целесообразно использовать два крана: башенный кран для монтажа металлического каркаса (колонн балок) и плит покрытия, а также дополнительно автомобильный кран для монтажа сэндвич-панелей.

Выбор башенного крана: самыми тяжелыми элементами каркаса являются главные балки 1 этажа, имеющие массу 2,7 т.

1) Требуемая грузоподъемность:

$$Q_k = m_b k_3 + m_{oc} k_3 + m_{гр} k_3$$

$k_3 = 1,2$  – коэффициент запаса;

$m_{тр} = 2,7$  т – масса главной балки;

$m_{oc} = 1$  т – масса оснастки;

$m_{гр} = 0,5$  т – масса грузозахватных устройств;

$$Q_k = 1,2 \cdot 2,7 + 1,2 \cdot 2 + 1,2 \cdot 1,5 = 5,04 \text{ т}$$

2) Требуемая высота подъема крюка:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_э + h_{ст}$$

$h_0 = 13,3$  м – превышение низа элемента над уровнем стоянки крана (высота здания);

$h_3 = 0,5$  м – запас по высоте для наводки конструкций и переносе их через уже смонтированные;

$h_э = 1,3$  м – высота (толщина) элемента;

$h_{ст} = 4,5$  м – высота строповки.

$$H_k = 13,3 + 0,5 + 1,3 + 4,5 = 19,6 \text{ м}$$

3) Требуемый вылет стрелы:

$$L_k = a/2 + b + c$$

$a = 4,50$  м – ширина подкранового пути;

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		56



$b = 1,95$  м – безопасное расстояние от оси рельса до выступающей части здания;

$c = 30$  м – расстояние от выступающей части здания до центра тяжести элемента.

$$L_K = 4,5/2 + 1,95 + 30 = 34,2 \text{ м}$$

Проблема выбора башенного крана состоит в том, что при сравнительно небольшой массе монтируемых элементов необходим большой вылет стрелы, обычные башенные и автомобильные краны, обеспечивающие необходимый вылет стрелы, имеют большую грузоподъемность, что является нерациональным для строительства данного объекта, поэтому возникает необходимость в использовании самомонтируемых башенных кранов на радиуправлении, которые могут при своей сравнительно небольшой грузоподъемности обеспечить вылет стрелы до 90 м. В соответствии с рассчитанными параметрами выбираем кран WOLF 6028,8 compact.

Технические характеристики башенного крана WOLFF 6028,8 compact:

- Максимальная грузоподъемность, т - 12,0
- Максимальный вылет стрелы при максимальной грузоподъемности, м - 20,4
- Максимальный вылет стрелы, м - 60,0
- Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы, т - 2,5

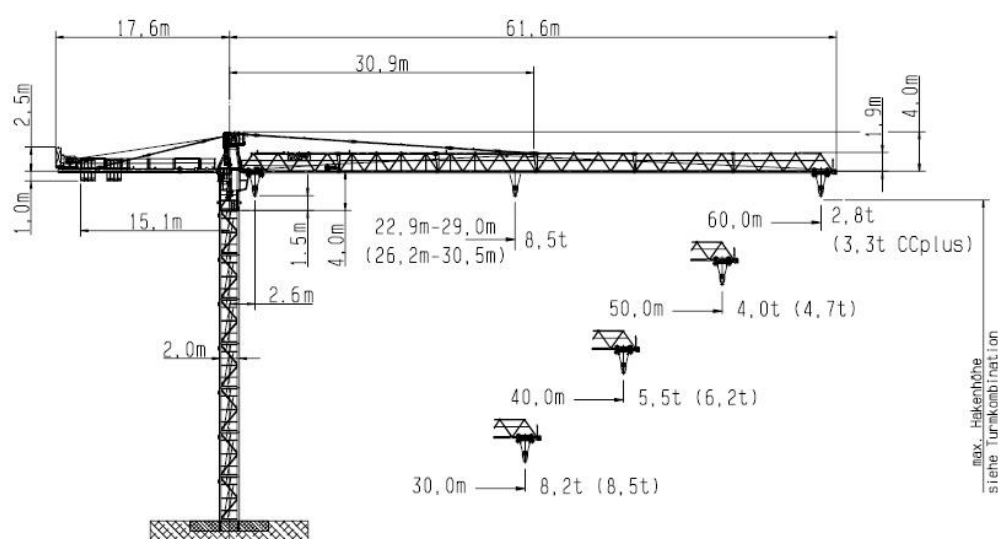


Рис.3.1. Кран WOLFF 6028,8 compact

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		57

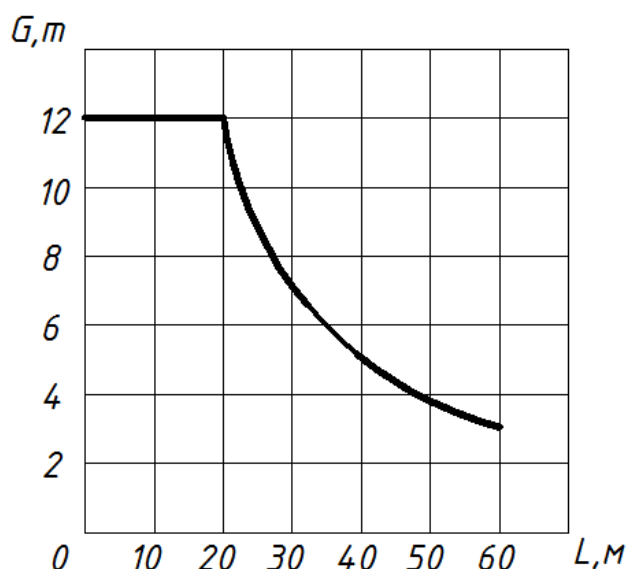


Рис.3.2. График грузоподъемности крана WOLFF 6028,8 compact

Для монтажа панелей типа «сэндвич» используем автомобильный кран КС 3562Б с длиной стрелы до 18 м.

Условно разделим здание на 5 ячеек 78x12 м каждая. Для возведения здания необходимо поделить его на 2 блока: 1 блок размерами 78x24 м включает в себя 2 ячейки, 2 блок 78x36 м – 3 ячейки. Самомонтируемый кран, используемый при строительстве, будет иметь 2 стоянки согласно расположению блоков, автомобильный кран для монтажа сэндвич-панелей будет передвигаться по всему периметру здания.

### 3.2. Подсчет объемов работ и составление калькуляции затрат труда

Таблица 3.1

Ведомость объемов работ

№	Название работы	Ед. изм.	Объемы работ		Примечание
			на один констр. элемент	на все здание	
1	Установка колонн в стаканы фундаментов	шт	1	72	Масса 1 шт: 1,46 т
2	Заделка колонн в стаканах фундаментов	м <sup>3</sup>	0,1	7,2	

3	Монтаж главных балок 1 этажа	шт	1	30	Масса 1 шт: 2,8 т
4	Электросварка закладных деталей главных балок 1 этажа с закладными деталями колонн	10 м шва	0,77	23,1	Катет шва 6 мм
5	Монтаж второстепенных балок 1 этажа	шт	1	65	Масса 1 шт: 0,6 т
6	Монтаж балок настила 1 этажа	шт	1	240	Масса 1 шт: 0,4 т
7	Монтаж главных балок 2 этажа	шт	1	30	Масса 1 шт: 0,5 т
8	Электросварка закладных деталей главных балок 2 этажа с закладными деталями колонн	10 м шва	0,77	23,1	Катет шва 6 мм
9	Монтаж второстепенных балок 2 этажа	шт	1	65	Масса 1 шт: 0,1 т
10	Монтаж балок настила 2 этажа	шт	1	240	Масса 1 шт: 0,07 т
11	Монтаж плит покрытия	шт	1	260	6000x3000x300 мм
12	Заливка швов плит покрытия	100 м шва	0,18	22,6	6000x3000x300 мм
13	Монтаж стеновых панелей	шт	1	576	Сэндвич-панели: 6000x1100x120 мм

Таблица 3.2

### Калькуляция затрат труда

Калькуляция затрат труда рассчитывается с помощью [19] и [20].

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР)	Затраты машинного времени		Затраты труда	
					На ед. времени, маш-час	Всего, маш-см	Норма времени, чел-час	Трудоемкость, чел-см
1	Монтаж колонн	шт	14,4 72	§ Е5-1-9	-	-	3,5	6,3 31,5
2	Заделка стыков колонн	м <sup>3</sup>	1,44 7,2	§ Е4-1-25 А	-	-	1,2	0,225 1,125
3	Монтаж главных балок 1 этажа	шт	6 30	§ Е4-1-6	-	-	1,4	1,05 5,25
4	Электросварка закладных деталей колонн	10 м шва	4,62 23,1	§ Е22-1-6	-	-	2,5	1,44 7,22

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		59

	с закладными деталями главных балок 1 этажа							
5	Монтаж второстепенных балок 1 этажа	шт	13 65	§ E4-1-6	-	-	1,4	2,28 11,38
6	Монтаж балок настила 1 этажа	шт	48 240	§ E4-1-6	-	-	1,4	8,4 42,0
7	Монтаж главных балок 2 этажа	шт	6 30	§ E4-1-6	-	-	1,4	1,05 5,25
8	Электросварка закладных деталей колонн с закладными деталями главных балок 2 этажа	10 м шва	4,62 23,1	§ E22-1-6	-	-	2,5	1,44 7,22
9	Монтаж второстепенных балок 2 этажа	шт	13 65	§ E4-1-6	-	-	1,4	2,28 11,38
10	Монтаж балок настила 2 этажа	шт	48 240	§ E4-1-6	-	-	1,4	8,4 42,0
11	Монтаж плит покрытия	шт	52 260	§ E4-1-7	-	-	1,2	7,8 39,0
12	Заливка швов плит покрытия	100 м шва	4,52 22,6	§ E4-1-26	-	-	4,0	2,26 11,3
13	Монтаж стеновых панелей	шт	576	§ E5-1-23	0,44	31,68	1,7	122,4

Примечание: объем работ, трудоемкость и затраты машинного времени над чертой записаны данные на одну ячейку, под чертой – на весь объект.

Пример расчета трудоемкости

Трудоёмкость определяется по формуле:

$$T = \frac{k_1 k_n H_{вр} V_p}{8}$$

В качестве примера разберем подсчет трудоемкости установки колонн.

Данный вид работ отражается в сборнике Е5, а именно в разделе Е5-1-9.

1) Состав звена: монтажник конструкций:

6 разряда – 1 человек

4 разряда – 2 человека

3 разряда – 1 человек

									Лист
									60
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата	АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ			

2) По таблице ЕНиРа определяем норму времени

$$H_{вр} = 3,5 \text{ чел-час (для монтажников)}$$

$$H_{вр} = 0,78 \text{ маш-час (для машиниста)}$$

3) Определим коэффициенты:

Т.к. работы проводятся на высоте до 15 метров от уровня планировочных отметок, то принимаем  $k_1 = 1$  (из вводной части сборника Е4)

Т.к. монтаж ведётся башенным краном, то принимаем  $k_2 = 1$  (из технической части сборника Е4).

4) Объём работ на всё здание равен 72 шт.

5) Трудоемкость/машиноемкость равна:

- для монтажников:

$$T = \frac{1 \cdot 1 \cdot 3,5 \cdot 72}{8} = 31,5 \text{ чел-см}$$

- для машинистов:

$$T = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,44 \cdot 576}{8} = 31,68 \text{ маш-см}$$

### 3.3. График производства работ

Для составления графика производства работ необходимо рассчитать продолжительность выполнения каждого процесса, которая находится по формуле:

$$П = \frac{T}{n}$$

T – трудоемкость, чел-см

n – количество рабочих, чел

Таблица 3.3

#### Продолжительность выполнения работ

№ п/п	Наименование работ	Состав бригады	Трудоемкость, чел-см	Продолжительность, смен
1	Установка колонн в стаканы фундаментов	Монтажник 6р – 1	6,3	1,5
		-/-/ 4р – 2	31,5	7,5
		-/-/ 3р – 1		
2	Заделка стыков колонн крайнего	Монтажник 4р – 1	0,225	0,12
		-/-/ 3р – 1	1,125	0,56

	ряда в фундамент			
3	Монтаж главных балок 1 этажа	Монтажник 5р – 1 -/-/ 4р – 1 -/-/ 3р – 2 -/-/ 2р – 1	1,05 5,25	0,21 1,05
4	Электросварка закладных деталей колонн с закладными деталями главных балок 1 этажа	Электросварщик 6р – 1 -/-/ 5р – 1 -/-/ 4р – 1 -/-/ 3р – 1	1,44 7,22	0,36 1,8
5	Монтаж второстепенных балок 1 этажа	Монтажник 5р – 1 -/-/ 4р – 1 -/-/ 3р – 2 -/-/ 2р – 1	2,28 11,38	0,46 2,27
6	Монтаж балок настила 1 этажа	Монтажник 5р – 1 -/-/ 4р – 1 -/-/ 3р – 2 -/-/ 2р – 1	8,4 42,0	1,68 8,4
7	Монтаж главных балок 2 этажа	Монтажник 5р – 1 -/-/ 4р – 1 -/-/ 3р – 2 -/-/ 2р – 1	1,05 5,25	0,21 1,05
8	Электросварка закладных деталей колонн с закладными деталями	Электросварщик 6р – 1 -/-/ 5р – 1 -/-/ 4р – 1 -/-/ 3р – 1	1,44 7,22	0,36 1,8
9	Монтаж второстепенных балок 2 этажа	Монтажник 6р – 1 -/-/ 4р – 2 -/-/ 3р – 1	2,28 11,38	0,46 2,27
10	Монтаж балок настила 2 этажа	Монтажник 6р – 1 -/-/ 4р – 2 -/-/ 3р – 1	8,4 42,0	1,68 8,4
11	Монтаж плит покрытия	Монтажник 4р – 1 -/-/ 3р – 2 -/-/ 2р – 1	7,8 39,0	2 10
12	Заливка швов плит покрытия	Монтажник 4р – 1 -/-/ 3р – 1	2,26 11,3	1,13 5,65
13	Монтаж стеновых панелей	Монтажник 5р – 1 -/-/ 4р – 1 -/-/ 3р – 1 -/-/ 2р – 1 Машинист 6р – 1	122,4	30,6

Примечание: над чертой записаны данные на одну ячейку, под чертой – на весь объект.

### 3.4. Технологическая карта на монтаж торгового комплекса «Виктория»

Проектируемый торговый комплекс «Виктория» относится к типу многоэтажных производственных зданий, металлический каркас.

Технологическая карта на монтаж металлического каркаса промышленных зданий, типовыми элементами которого служат колонны и балки (главные, второстепенные и др.), содержит мероприятия по технологии строительного производства с самым эффективным использованием средств возведения здания. В технологическую карту включены самые новые и рациональные способы монтажа, обеспечивающие безопасность для работников и окружающей среды, которые способствуют сокращению сроков строительства и улучшению качества работ.

Данный документ разработан с учетом рекомендаций МДС 12-29.2006 по составлению технологических карт.

#### 3.4.1. Область применения

Типовая технологическая карта предназначена для выполнения работ по монтажу металлического каркаса промышленных сооружений.

Типовая технологическая карта может быть применена при новом строительстве, а также при реконструкции и ремонте существующих промышленных зданий.

#### 3.4.2. Общие положения

Данная типовая технологическая карта составлена на монтаж металлического каркаса промышленных зданий, состоящего из колонн и балок. По данной технологической карте возводится здание с размерами в плане 78х60 м. Здание имеет 2 этажа и антресоль, общая площадь — 4,68 тыс. м<sup>2</sup>. Верхняя отметка покрытия относительно уровня чистого пола 1 этажа — 14,3 м.

Каркас здания — стальной, колонны из двутавров N 40К1, балки из сварных двутавров. Перекрытия — монолитный железобетон, который заливается по металлическим прогонам из балок. Монтаж металлического каркаса осуществляется с применением ручной дуговой сварки. Сварные швы выполняются электродуговой сваркой, с помощью электродов Э42А, Э50А, Э55А.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		63

В состав работ, последовательно выполняемых, при монтаже зданий входят:

1) Подготовительные работы:

- создание и оформление проектной документации;
- определение рабочей зоны на стройплощадке;
- транспортировка и складирование конструкций и материалов.

2) Основные работы:

- строповка и расстроповка конструкций;
- подъем, наводка и установка конструкций;
- выверка и временное закрепление конструкций;
- закрепление конструкций в проектное положение.

### 3.4.3. Технология выполнения работ

#### 3.4.3.1. Подготовительные работы

Основанием для начала работ по монтажу конструкций зданий служит Акт технической готовности нулевого цикла (фундаментов) к монтажу.

До начала монтажа колонн генподрядчиком должны быть полностью закончены и заказчиком приняты следующие виды работ:

- устройство оснований и фундаментов;
- обратная засыпка пазух котлована;
- устройство временных дорог;
- подготовка площадки для складирования конструкций и работы крана;
- организация рабочей зоны строительной площадки.

До начала монтажа каркаса здания необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- оградить место строительства, устроить площадки складирования, подготовить площадки для работ машин;
- установить подсобные и бытовые помещения;
- выполнить подвод и устройство внутриплощадочных инженерных сетей;
- обеспечить площадку связью для управления производством работ;
- выполнить монтаж наружного и внутреннего освещения, мощность светильников наружного освещения по 300 Вт;

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		64



- выполнить устройство внутриплощадочных временных и постоянных дорог, подъездных путей;
- доставить сборные конструкции на место строительства;
- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа здания, прошедшие входной контроль качества;
- нанести риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей с помощью карандаша или маркера. Крайне недопустимо нанесение царапин или надрезов на поверхности конструкций;
- доставить в зону монтажа конструкций все необходимые монтажные приспособления;

- подготовить знаки для ограждения опасной зоны крана при производстве работ.

Стальные конструкции доставляются непосредственно к объекту в разобранном виде, далее сортируются и раскладываются в порядке, удобном для монтажа здания.

При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические конструкции необходимо оберегать от механических повреждений, для этого их надо раскладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять с помощью инвентарных креплений, таких как зажимы, хомуты, турникеты, кассеты и т.п. Деформированные конструкции следует выправлять способом холодной или горячей правки. Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала.

На главном складе Подрядчика конструкции хранятся на открытых, площадках с покрытием из щебня или песка ( $H=5...10\text{см}$ ) в штабелях с прокладками в таком же положении, в котором они находились при перевозке.

Прокладки между конструкциями укладывают одна над другую строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок чаще всего квадратное, со сторонами не меньше 25 см. Размеры подбираются с таким расчетом, чтобы вышележащие конструкции не опирались на выступающие части нижележащих конструкций.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		65

Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не меньше 1,0 м через каждые два штабеля в продольном и через 25,0 м в поперечном направлениях. Для прохода к торцам конструкций между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м. Между отдельными штабелями оставляют зазор шириной не меньше 0,2 м, во избежание повреждений элементов при погрузочно-разгрузочных операциях. Монтажные петли конструкций должны быть обращены вверх, а монтажные маркировки - в сторону прохода.

До установки в проектное положение сборные конструкции должны быть подготовлены. Первым делом необходимо проверить их состояние: наличие марок и осевых рисок, соответствие геометрических размеров рабочим чертежам. Особое внимание необходимо обратить на стыки. Отметки опорных частей обязательно проверяют и при необходимости выравнивают их до проектного уровня. До начала монтажа нужно окрасить все стальные конструкции согласно технологической карте на окраску металлических поверхностей.

Целесообразность монтажа конструкций тем или иным краном устанавливают согласно технологической схеме монтажа с учетом обеспечения подъема максимально возможного количества монтируемых конструкций с одной стоянки при минимальном количестве перестановок крана.

### **3.4.3.2. Основные работы**

#### **3.4.3.2.1. Монтаж металлических конструкций (колонн, балок)**

До начала монтажа стальных конструкций должны быть выполнены работы «нулевого цикла» и подготовительные работы.

Детали стального каркаса — колонны и балки должны быть изготовлены по проектной документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем.

Работы по укрупнительной сборке стальных конструкций (колонн) и подготовке их к монтажу необходимо производить на специально оборудованной площадке. Работы по подготовке конструкций к монтажу осуществляет звено в составе двух монтажников, электросварщика и подсобного рабочего.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		66

Монтаж стального каркаса ведется звеном из шести рабочих в составе: четыре монтажника, электросварщик и подсобный рабочий. При этом используется башенный кран WOLF 6028,8. Монтируемые элементы должны быть размещены заранее непосредственно в зоне действия крана.

Монтаж каркаса начинают после сдачи-приемки фундаментов при наличии акта на скрытые работы. При сдаче-приемке должно быть проверено положение поперечных и продольных осей фундаментов-опор в плане и высотные отметки опорных поверхностей фундаментов.

Монтаж стального каркаса состоит из следующих операций:

- подготовка мест установки и крепления колонн и балок;
- строповка колонн и балок;
- подъем, наводка и установка их на место крепления;
- выверка и временное закрепление;
- расстроповка колонн и балок.

Монтаж колонны выполняется по схеме, изображенной на рис.3.4.

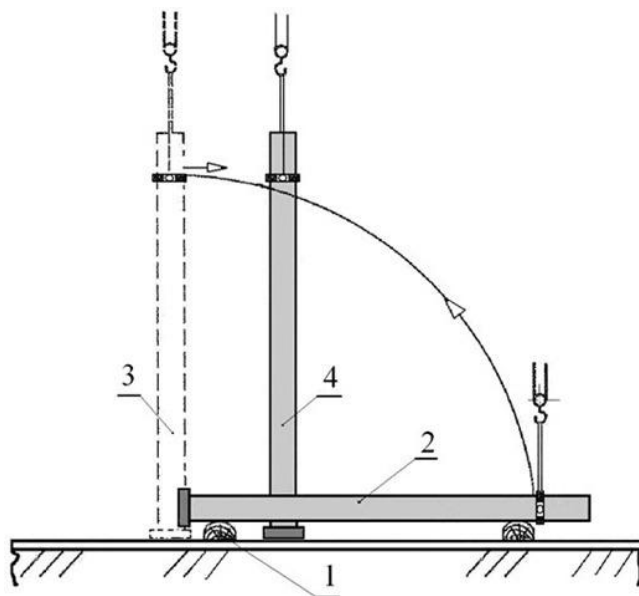


Рис.3.4. Монтаж колонны

Перед монтажом колонну кладут на деревянные подкладки (1), затем переводят монтажным краном из горизонтального (2) в вертикальное (3), а затем и в проектное положение (4). Наводку колонны в проектное положение необходимо производить с наименьшей скоростью.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата

АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ

Лист

67

Положение колонны нужно выверять относительно разбивочных осей, проверяя ее вертикальность и высотную отметку. Основные допуски на монтаж колонны приведены в разделе 3.4.4.

Временное закрепление установленной колонны необходимо производить с помощью монтажной оснастки (подкосов, связей, кондукторов и т.п.), типоразмер которой зависит от размеров и конструкции монтируемой колонны. Временное закрепление колонны расчалками показано на рис.3.5. Инвентарная расчалка с натяжным устройством (1) прикрепляется к колонне (2) и к инвентарному железобетонному блоку (3) (можно также прикреплять к ранее смонтированному элементу каркаса).

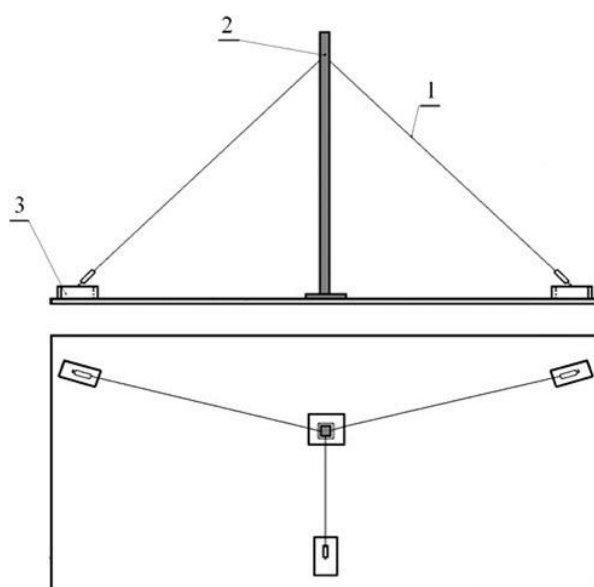


Рис.3.5. Временное крепление колонны

Постоянное закрепление колонн и балок производится сваркой согласно проекту производства работ.

Стропы могут быть сняты с колонны или балки после их временного закрепления. Монтажную оснастку необходимо снять после постоянного закрепления деталей каркаса по проекту.

Монтаж балки производят на опорные площадки, подготовленные на колоннах согласно проекту.

К колоннам подъезжают строительные подъемники. С помощью оттяжек производят подъем балки и наведение ее в положение, достаточно близкое к

проектному. После чего монтажники устанавливают балку в проектное положение. Строп балки при этом может быть приспущен на 5-10 см. Производится сварка конструкций согласно проекту, после чего монтажники осуществляют расстроповку балки.

Установку балок и колонн в проектное положение необходимо производить с первого раза. Строповка осуществляется стропами с замыкающими устройствами на крюках. Неиспользуемые ветви стропа следует навешивать на соединительное звено. Угол между ветвями стропа должен быть не более  $90^\circ$ . Крюки стропа необходимо направить от центра тяжести балок и колонн. При строповке балок нужно использовать инвентарные прокладки, предотвращающие перетирание каната.

Схемы строповки колонн и балок представлены на рис.3.6 и 3.7

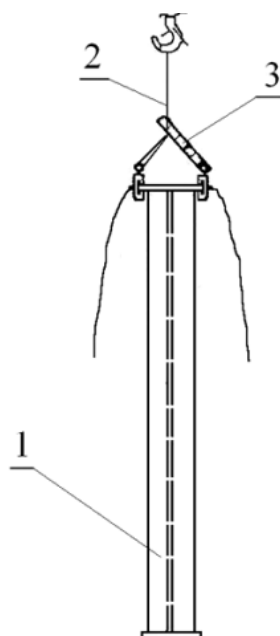


Рис.3.6. Схема строповки колонны

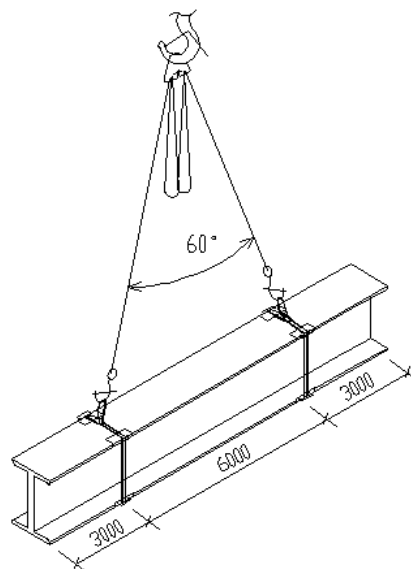


Рис.3.7. Схема строповки балки

При строповке колонн и балок следует знать сведения об их массе, схемах строповки и о соответствующих съемных грузозахватных приспособлениях.

Сварочные работы выполняются после проверки правильности монтажа конструкций.

Сварка — ручная дуговая, покрытыми электродами типа Э 42А, Э 50А и Э 55А. Размеры швов и кромок — согласно рабочим чертежам на сварочные соединения, валиками сечением не менее 20-35 мм. Следует зачищать места сварки: кромки свариваемых деталей в местах расположения швов и прилегающие к ним поверхности шириной не менее 20 мм нужно зачищать непосредственно с удалением ржавчины, различных жиров, краски, грязи, влаги и пр. мусора. Сварку производят при устойчивом режиме: отклонения от заданных значений сварочного тока и напряжения на дуге должны быть не более 5-7%.

При двусторонней сварке стыковых, тавровых и угловых соединений с полным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны удалить его корень до чистого металла.

Применение начальных и выводных планок предусматривается по рабочим чертежам сварных соединений. Не допускается возбуждать дугу и выводить кратер на основной металл за пределы шва.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		70

Каждый последующий слой многослойного шва выполняется после очистки предыдущего слоя. Участок шва с трещинами необходимо исправить до наложения последующего слоя.

Поверхности сварных швов после окончания сварки нужно очистить от шлака, брызг, наплывов и натеков металла.

Приваренные монтажные приспособления необходимо удалить (газовой резкой с припуском) без повреждения основного металла и ударных воздействий. Места их приварки нужно зачистить механическим способом заподлицо с основным металлом.

Сварочные работы необходимо производить при температуре наружного воздуха не ниже  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Силу сварочного тока при этом повышать пропорционально понижению температуры: при понижении от  $0$  до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  — на  $10\%$ , при понижении от  $-10$  до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  — еще на  $10\%$ .

При отрицательной температуре сварочные работы выполнить с соблюдением следующих правил:

- заварить замыкающие участки швов с особой тщательностью;
- влагу и снег удалить на расстоянии не менее  $1\text{ м}$  от места сварки;
- просушить зону сварки (можно при помощи горелки).

Около шва сварного соединения, на расстоянии  $40\text{ мм}$  от границы шва должен быть проставлен номер клейма сварщика.

#### **3.4.3.2.2. Монтаж плит покрытия**

Операции по монтажу сборных железобетонных панелей перекрытия, выполняют в нижеуказанном порядке:

- подготовка панели к строповке;
- устройство растворной постели;
- строповка и подача панели к месту укладки;
- укладка панели на растворную постель;
- помещение панели в проектное положение и ее расстроповка;
- подготовка места укладки следующей панели.

Описание операций:

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		71

1) Подготовка панели к строповке

Монтажник проверяет маркировку панели, состояние монтажных петель и наличие закладных деталей. При необходимости он очищает их стальной щеткой.

2) Стropовка и подача панели к месту укладки

Монтажник поочередно заводит специальные крюки через строповочные отверстия в панели (под ребра жесткости), поворачивает запирающие замки, далее заводит в кольца специальных крюков крюки стропов траверсы.

3) Устройство растворной постели

Монтажники с помощью кельм устраивают растворную постель на местах укладки панели

4) Укладка панели на растворную постель

5) Перемещение панели в проектное положение

Монтажники проверяют зазор между плитами покрытия. Если есть незначительные отклонения от проектного положения, то их устраняют, рихтуя панель ломами

6) Расстроповка панели

Монтажники стоя на панели перекрытия, поочередно выводят крюки стропов траверсы из колец специальных крюков.

7) Подготовка и укладка следующей панели

Монтажники поочередно открывают поворотные замки и вынимают специальные крюки из отверстий панели. Затем они размещают монтажную оснастку, инвентарь, приспособления и инструменты по схеме организации рабочего места. При необходимости монтажники очищают место укладки следующей панели и смачивают его водой при помощи метлы.

**3.4.3.2.3. Монтаж стеновых панелей**

В состав работ, последовательно выполняемых, при монтаже панелей входят:

- разметка мест установки панелей;
- установка панелей на опорные поверхности;
- выверка и закрепление панелей в проектное положение.



До начала выполнения строительно-монтажных работ на объекте Генподрядчик обязан получить в установленном порядке разрешение от Заказчика на выполнение монтажных работ. Основанием для начала работ может служить Акт технической готовности конструкций каркаса здания к монтажу панелей. К акту приемки прилагают исполнительные геодезические схемы с нанесением положения колонн в плане и по высоте.

Приемка объекта под монтаж должна производиться работниками монтажной организации.

Монтаж панелей осуществляют в соответствии с требованиями СП, Рабочего проекта, Проекта производства работ и инструкций заводов-изготовителей стеновых панелей. Замена панелей и материалов, предусмотренных проектом, допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

Наружные стеновые панели устанавливают в самостоятельном монтажном потоке после монтажа каркаса и покрытия всего здания или части его на участке стены в пределах температурного шва.

До начала монтажа панелей генеральным подрядчиком должны быть полностью закончены следующие работы:

- проверено качество панелей, их размеры и расположение закладных деталей;
- произведена точная разбивка мест установки панелей в продольном и поперечном направлениях, а также по высоте;
- нанесены риски, определено положение вертикальных швов и плоскостей панелей. Риски наносятся карандашом или маркером;
- на каждом этаже здания закреплен монтажный горизонт;
- устроены временные подъездные дороги для автотранспорта и подготовлены площадки для складирования панелей и работы крана;
- панели перевезены и соскладированы в кассеты в пределах монтажной зоны крана.

Разгрузку и складирование панелей на приобъектном складе производят вертикально в кассеты. Кассеты должны вмещать такое количество панелей, которое необходимо для монтажа их между двумя колоннами на всю высоту

здания. Располагают кассеты таким образом, чтобы кран с монтажной стоянки мог устанавливать их в проектное положение без изменения вылета стрелы.

Эффективность монтажа панелей в значительной мере зависит от применяемых монтажных кранов. Выбор крана для монтажа зависит от геометрических размеров, массы и расположения монтируемых панелей, характеристики монтажной площадки, объема и продолжительности монтажных работ, технических и эксплуатационных характеристик крана.

Целесообразность монтажа конструкций здания тем или иным краном устанавливают согласно технологической схеме монтажа с учетом обеспечения подъема максимально возможного количества монтируемых конструкций с одной стоянки при минимальном количестве перестановок крана. Наибольшее применение находят гусеничные краны, т.к. для них проще подготавливать основание под проезды.

Панели стен монтируют участками между колоннами на всю высоту здания попанельно. Монтаж выполняет звено из четырех монтажников. Два монтажника находятся на земле и выполняют все подготовительные работы, другие два монтажника устанавливают и закрепляют панели.

Установку панелей наружных стен следует производить, опирая их на выверенные относительно монтажного горизонта маяки - деревянные дощечки, толщина которых может меняться в зависимости от результатов нивелирной съемки монтажного горизонта, но в среднем должна составлять 12 мм.

Под каждую панель укладывают два маяка на расстоянии 15+20 см от боковых граней ближе к наружной плоскости стены здания. Уплотняющие прокладки в вертикальных и горизонтальных стыках "сэндвич"-панелей следует укладывать до установки панелей. Все накладки горизонтальных и вертикальных стыков, а также угловые элементы панелей должны быть поставлены на герметик для исключения попадания влаги внутрь стыка. На верхнюю грань нижележащей панели на тонкий слой мастики "изол" укладывают пористый гермитовый шнур. Непосредственно перед установкой панели поверхность шнура покрывают слоем мастики, расстилают цементный раствор по всей опорной плоскости панели

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		74

слоем на 3+5 см выше уровня маяков. Постель раствора не должна доходить до обреза стены на 2+3 см для того, чтобы раствор не выдавливался наружу и не загрязнял фасад здания. По окончании монтажа панелей с наружной стороны всех стыков наносится слой герметик-пасты. Для защиты пасты от внешних атмосферных воздействий после ее высыхания по верху наносится защитный слой из кремнийорганической эмали.

Строповку "сэндвич"-панелей на монтаже следует проводить только с помощью гибких тканевых фалов либо другими способами, в том числе с помощью специальных траверс, исключая обмятие металлических кромок панелей и повреждение лакокрасочного слоя. По окончании строповки звеньевой подает команду машинисту крана поднять панель на 20+30 см. После проверки надежности строповки панель перемещают к месту монтажа. Положение панели в пространстве при ее подъеме монтажники регулируют с помощью оттяжек. На высоте 15+20 см от монтажной отметки монтажники принимают панель и направляют ее на место установки.

Панели устанавливают, начиная с "маячных" угловых, по которым выверяют промежуточные панели ряда. Установив панель на место, при натянутых стропях подправляют ее положение монтажными ломиками. Осуществив выверку панели, ее раскрепляют двумя подкосами со стяжными муфтами, которые монтажники закрепляют за петли плит перекрытий и доводят панель до вертикального положения с помощью стяжных муфт. Длинный подкос соединяет монтажную петлю, плиты перекрытия с верхом панели, а короткий - с монтажной петлей в панели. Далее освобождают петли стропов, уплотняют и выравнивают горизонтальный шов панели. После того как панель будет установлена в проектное положение, сварщик закрепляет ее, сваривая закладные детали панели и конструкции каркаса.

При установке панели на растворную постель необходимо обеспечить некоторый первоначальный наклон ее вовнутрь за счет укладки маячных прокладок ближе к наружной грани стены. При переводе панели в вертикальное положение путем изменения длины подкосов раствор под ее наружную гранью

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		75

будет уплотняться. Если при установке панели она будет наклонена наружу, что недопустимо, то при переводе ее в вертикальное положение между панелью и постелью образуется щель, которую очень сложно заметить и зачеканить снаружи.

#### 3.4.4. Контроль качества

Для контроля качества монтажных работ необходимо выполнять:

- входной контроль конструкций согласно проектной документации;
- контроль технологических операций;
- приемочный контроль.

При входном контроле нужно предусмотреть проверку наличия и полноты рабочей проектной и технологической документации, соответствие элементов конструкции этой документации.

Для контроля должны быть представлены рабочие чертежи, ПОС, ППР, техпаспорта, сертификаты на металлоконструкции и другие документы, указанные в рабочих чертежах.

Контроль технологических операций осуществляется в процессе их выполнения, нужно также предусмотреть своевременное измерение параметров, наличие дефектов и меры по их предупреждению и устранению.

Предельные отклонения параметров смонтированного металлокаркаса указаны в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Предельные отклонения параметров стального каркаса

Параметры	Предельные отклонения параметров, мм	Средства измерений
Отклонения (от проектных) отметок опорных поверхностей колонн	5	Нивелир НЗ, НЗК, 2Н-10КЛ, 2Н-3Л
Разность отметок опорных поверхностей колонн	3	То же
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	Теодолит 2Т5К, 2Т30
то же — в верхнем сечении	10	Складной метр типа МСМ-82, МСД-1
Кривизна колонны	0,0013 расстояния между точками крепления, но не	Прогибомер типа 6-ПАО Нивелир НЗ, НЗК, 2Н-10КЛ, 2Н-3Л

	более 15	
Отметки опорных поверхностей балок, прогонов, ригелей	10	Нивелир НЗ, НЗК
Смещение балок с осей	15	Теодолит 2Т5К, 2Т30; Метр складной МСМ-82; МСД-1
Расстояния между осями балок, ригелей	15	Рулетка типа РЗ-10, РЗ-20

При приемочном контроле необходимо выполнять измерение и оценку предельных величин отклонений параметров и характеристик стального каркаса, приведенных в проектной документации.

Величины отклонений линейных размеров и диагоналей, определяющих точность монтажа несущей стальной конструкции, измеряются геодезическими приборами и рулетками типа РЗ-2, РЗ-10, РЗ-20. Предельные величины этих отклонений не должны превышать значений, указанных в таблице 3.5.

Таблица 3.5

#### Предельные отклонения размеров стального каркаса

Интервалы номинальных размеров конструкций, м	Предельные отклонения линейных размеров, ± мм	Предельные отклонения диагоналей, ± мм
От 2,5 до 4,0	5	12
От 4,0 до 8,0	6	15
От 8,0 до 16,0	8	20
От 16,0 до 25,0	10	25
От 25,0 до 40,0	12	30

#### Контроль качества сварочных работ

Для приемки сварочных работ все швы сварных соединений по окончании сварки необходимо очистить. Не допускаются наплывы, непровары, прожоги, трещины всех видов, размеров и расположения, оплавление основного металла.

Дефекты сварных швов, которые учитываются при оценке качества сварочных работ, указаны в таблице 3.6.

Таблица 3.6

#### Допускаемые размеры дефектов сварных швов

Дефекты	Характеристика дефектов	Допускаемые размеры дефектов
Газовая полость	Наибольший размер полости	Не более 3 мм

Поры	Доля суммарной площади пор: Наибольший размер поры	Не более 1-4% 2 мм
Шлаковые включения	Наибольший размер	2 мм
Непровары	Расстояния между непроварами	Не более 2 мм
Зазор между свариваемыми деталями	Наибольший размер	2 мм
Подрезы	Глубина подреза	Не более 1,0 мм
Выпуклость	Высота выпуклости: - стыковой шов - угловой шов	Не более 5 мм 3 мм
Уменьшение катета шва	Отличие в катетах (по проекту и по факту)	Не более 1 мм
Асимметрия углового шва	Отличие в катетах углового шва	Не более 1,5 мм

Сварные швы с выявленными дефектами необходимо исправлять. Исправление сварных швов нужно производить ручной дуговой сваркой, электродами того же типа диаметром 3 или 4 мм.

Наружные дефекты в виде подрезов, неполномерных швов, и не заплавленных кратеров необходимо заварить с последующей зачисткой. Участки с поверхностными порами, шлаковыми включениями и несплавлениями предварительно необходимо обработать абразивным инструментом на глубину залегания, заварить и зачистить поверхность шва. Ожоги поверхности основного металла от сварочной дуги зачистить абразивным инструментом (например, наждачным кругом) на глубину 0,5-0,7 мм.

При появлении в металле шва трещины нужно прекратить сварку до выявления причины трещинообразования. Сварку допускается возобновить после устранения трещины и принятия мер по предотвращению образования трещин.

Для устранения трещины необходимо:

- установить расположение, глубину трещины ее протяженность;
- засверлить сверлом диаметром 5-8 мм концы трещины с припуском 15 мм в каждую сторону;

- выполнить Y-образную разделку кромок с углом раскрытия 60-70°;
- заварить разделку кромок электродами диаметром 3 или 4 мм.

Заварку разделки нужно выполнить с предварительным разогревом металла до температуры 150-250 °С, поддерживать ее в процессе сварки и после ее окончания в течение времени из расчета 1,5-2 мин на 1 мм толщины металла.

Исправленный сварной шов подлежит контролю ультразвуковой дефектоскопией.

Контроль качества работ по монтажу «сэндвич-панелей»

По окончании монтажа панелей производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим представляется следующая документация:

- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки смонтированных панелей;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных панелей;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на панели.

Таблица 3.7

Схема контроля качества работ по установке «сэндвич»-панелей

Параметры	Предельные отклонения параметров, мм	Средства измерений
Отклонение от вертикали продольных кромок панелей	0,001 L (L -длина панели)	Нивелир НЗ, НЗК, 2Н-10КЛ, 2Н-3Л
Разность отметок концов горизонтально установленных панелей при длине панели	до 6 м - ±5 мм; свыше 6 до 12 м - ±10 мм	То же
Отклонение плоскости наружной поверхности стенового ограждения от вертикали	0,002Н (высота ограждения)	То же
Уступ между смежными гранями панелей из их плоскости	3	Теодолит 2Т5К, 2Т30; Метр складной МСМ-82; МСД-1
Толщина шва между смежными панелями по длине	5	Рулетка типа РЗ-10, РЗ-20

### 3.4.5. Материально-технические ресурсы

Для монтажа стального каркаса требуются материально-технические ресурсы: средства механизации и технологической оснастки, инструмент и приспособления. Потребность в основных ресурсах приведена таблице 3.8.

Таблица 3.8

#### Материально-технические ресурсы для монтажа стального каркаса

Наименование, тип, марка, ГОСТ	Основные параметры	Назначение
Монтажный кран (башенный кран) WOLF 6028,8 compact	Длина стрелы – 60 м Высота крюка – 22,5 м Грузоподъемность – 12 т	Работы по монтажу конструкций
Монтажный кран (автомобильный кран) КС 3562Б	Длина стрелы – 18 м Высота крюка – 18 м Грузоподъемность – 10 т	
Комплект инструментов для монтажных работ	Состав комплекта: кувалды, зубило, монтажные ломы, молотки, напильник, рулетка, угольник, линейка, уровень	
Стропы по ГОСТ 25573-82	Двухветвевой и четырехветвевой	
Пневматический молоток ИП-4118	Энергия удара – 11,5 Дж	Подготовка свариваемых поверхностей
Машина ручная шлифовальная УШМ-2100	Диаметр круга 200/125 мм	
Кромкорез электрический ИЭ-6503	Толщина подготавливаемых кромок — 22 мм	
Электросварочный аппарат типа АС-400	Сварочный ток — 400 А; Мощность — 20 кВт	Сварочные работы
Комплект инструмента для сварочных работ	Состав комплекта: электрододержатели, отвертки диэлектрические, зубила, чертилка, циркуль, молотки, плоскогубцы, напильники, щетки из проволоки, метр складной	
Строительный подъемник АПТ-18	Высота подъема до 18 м	Средства подмащивания
Ограждение по ГОСТ 23407-78 места работ	Высота 1,6 м	Безопасность работ



### 3.4.6. Техника безопасности и охрана труда

Ответственность за выполнение мероприятий по технике безопасности, охране труда, экологической и пожарной безопасности возлагается на руководителей работ. Ответственное лицо осуществляет руководство монтажными работами непосредственно или через бригадира. Для всех лиц, работающих на объекте, распоряжения и указания ответственного лица являются обязательными.

Охрана труда рабочих должна обеспечиваться выдачей администрацией средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами. Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха. Работы необходимо выполнять в специальной одежде и обуви. Все лица, которые находятся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

Решения по технике безопасности должны учитываться и находить отражение в схемах на производство работ и организационно-технологических картах.

Монтажные работы необходимо вести только при наличии ППР, техкарт или монтажных схем. При отсутствии данных документов монтажные работы вести запрещается. В проектах производства работ (ППР) необходимо предусматривать рациональные режимы труда и отдыха в соответствии с условиями труда и климатическими зонами страны.

Порядок выполнения монтажа конструкций, определенный ППР, должен быть таким, чтобы предыдущая операция полностью исключала возможность опасности при выполнении следующих.

Монтаж конструкций должны проводить монтажники, прошедшие обучение по своей специальности и ознакомленные со спецификой монтажа металлоконструкций. Работы по монтажу стальных конструкций разрешается производить только исправными инструментами, при соблюдении условий их эксплуатации. Монтажникам, выполняющим работы на высоте выполнять работы

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		81

следует только при страховке монтажными поясами, прикрепленным к местам, указанным производителем работ. Монтажный пояс должен иметь бирку и быть заранее испытан.

Перед допуском к работе по монтажу стальных конструкций руководители организаций обязаны обеспечить обучение и проведение инструктажа по технике безопасности на рабочем месте. Ответственность за правильную организацию безопасного ведения работ на объекте возлагается на прораба и мастера.

Рабочие, выполняющие монтажные работы, должны знать:

- опасные и вредные производственные факторы выполняемых работ;
- правила личной гигиены;
- инструкции по технологии производства монтажных работ, содержанию рабочего места, по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности;
- правила оказания первой медицинской помощи.

В целях безопасности ведения работ на объекте бригадир обязан:

- перед началом смены лично проверять состояние техники безопасности во всех рабочих местах руководимой им бригады и незамедлительно устранять обнаруженные нарушения. Если нарушения не могут быть устранены силами бригады или же угрожают жизни/здоровью работающих, бригадир обязан доложить об этом мастеру или прорабу, не приступая к работе;

- необходимо постоянно в процессе работы обеспечивать трудовую дисциплину среди членов бригады и соблюдение ими правил внутреннего распорядка, обучать членов бригады безопасным приемам труда, контролировать правильность их выполнения, и немедленно устранять нарушения техники безопасности;

- организовать работы в соответствии с ППР;

- не допускать до работы членов бригады без средств индивидуальной защиты, специализированной одежды/обуви;

- следить за чистотой рабочих мест, ограждением опасных мест и соблюдением необходимых габаритов;

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		82

- не допускать нахождения в опасных зонах членов бригады или посторонних лиц, не допускать до работы лиц в нетрезвом состоянии, с признаками заболевания и удалять их с территории строительной площадки.

Лицо, ответственное за безопасное производство работ, обязано:

- ознакомить рабочих с рабочей техкартой под роспись;
- следить за исправным состоянием используемых инструментов;
- разъяснять работникам их обязанности и последовательность выполнения операций.

Применять электрические машины (электрифицированный инструмент) следует с соблюдением требований ГОСТ 12.2.013.0-91 и ОСТ 36-108-83;

- применять ручные электромашины можно только в соответствии с назначениями, указанным в паспорте;

- перед началом работы необходимо проверить исправность машины: исправность кабеля (шнура), четкость работы выключателя, работу на холостом ходу.

К работе с ручными электрическими машинами (электрифицированным инструментом) допускаются лица, прошедшие производственное обучение и имеющие квалификационную категорию по технике безопасности.

При производстве работ по монтажу конструкций необходимо соблюдать следующие правила:

- людям в границах опасной зоны находиться запрещено;
- при работе со стальными канатами нужно пользоваться брезентовыми рукавицами;
- во время подъема грузов запрещается ударять по стропам и крюку крана;
- стоять, проходить или работать под поднятым грузом запрещается;
- оставлять грузы, лежащими в неустойчивом положении запрещается;
- машинист крана не имеет права опускать груз одновременно с поворотом стрелы;
- нельзя бросать резко опускаемый груз.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
							83
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

## 4. Раздел «Организация строительного производства»

### 4.1. Порядок разработки и проектирования строительного генерального плана

При проектировании стройгенплана следует придерживаться определенного порядка, представленного:

- обозначить границы территории строительства на топографическом плане;
- нанести проектируемые и существующие постоянные сооружения, а также транспортные коммуникации и инженерные сети;
- разместить монтажные краны, строительные машины и устройства, площадки укрупненной сборки и складирования строительных конструкций и технологического оборудования;
- разработать схему перевозок грузов и технологического оборудования с обоснованием параметров и дорожных конструкций;
- определить места размещения временных, сооружений, и временных устройств, коммуникаций и сетей с указанием точек подключения их к действующим системам;
- определить технико-экономические показатели строительного генерального плана.

Стройгенплан разрабатывается с указанием:

- границ стройплощадки и ее ограждений, действующих и временных подземных, наземных и воздушных коммуникаций и сетей, постоянных и временных дорог;
- схем движения транспорта, мест установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия, размещение постоянных, строящихся и временных зданий, опасных зон монтажного крана, проходов в здания и сооружения, размещение источников и средств энергообеспечения, и освещения;
- строительной площадки с указанием расположения заземляющих контуров, мест расположения устройств для удаления строительного мусора, площадок для складирования материалов, и конструкций, площадок укрупнительной сборки конструкций, расположения помещений санитарно-бытового обслуживания

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		84

рабочих, питьевых установок, мест отдыха, зон выполнения работ повышенной опасности.

Рабочая зона крана – площадь, в любую точку которой может опуститься крюк крана. Граница этой зоны определяется как огибающая траекторий движения крюка крана при максимальном рабочем вылете стрелы. Граница этой зоны наносится на строительный генеральный план.

#### 4.2. Зоны влияния кранов (Опасная зона крана)

При размещении монтажных кранов определяются и обозначаются на строительном генеральном плане зоны, в пределах которых постоянно или потенциально действуют опасные производственные факторы. Размеры этих опасных зон должны быть ограждены и обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы.

К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов, связанных с работой монтажных и грузоподъемных машин, относятся места, над которыми происходит перемещение грузов грузоподъемными кранами. Радиус границы этой зоны определяется выражением:

$$R_0 = R_p + V_{\text{мин}} / 2 + V_{\text{макс}} + P ,$$

$R_p$  – максимальный рабочий вылет стрелы (50 м),

$V_{\text{мин}}$  (0,4 м ширина колонны) – минимальный размер поднимаемого груза,

$V_{\text{макс}}$  (12 м балка) – максимальный размер поднимаемого груза,

$P$  – величина отлёта грузов при падении,  $P=7$  м

$$R_0 = 50 + 0,4/2 + 12 + 7 = 69,2 \text{ м}$$

Данная зона (зона постоянно действующих опасных производственных факторов) во избежание доступа посторонних лиц должна быть ограждена защитными ограждениями, удовлетворяющим ГОСТ 23407 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства работ. Технические условия». Границы этой зоны наносятся на строительный генеральный план.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		85

### 4.3. Введение ограничений в работу крана

В современном строительстве производство работ чаще всего происходит в стесненных условиях, поэтому возникает необходимость введения ограничений в работу монтажного крана (принудительного или условного характера), обеспечивающих выполнение требований безопасности производства работ и эксплуатации машин.

Условные ограничения полностью рассчитаны на внимание рабочих. Условные ограничения показывают на местности видимыми сигналами: днем красными флажками, а в темное время суток - красными фонарями или другими ориентирами, предупреждающими крановщика о приближении крюка к границе запрещенного сектора. Размещение сигналов (маяков) с указанием способа их исполнения также наносят на строительный генеральный план.

Принудительные ограничения осуществляются установкой датчиков и выключателей, производящих аварийное отключение крана в заданных пределах и не зависят от действия крановщика.

Сектора и области ограничений должны быть привязаны к оси движения крана или к постоянным объектам строительной площадки.

Также для принудительного ограничения работы крана применяется координатная защита оголовка стрелы и крюка (ОНК – ограничитель нагрузки крана).

Существует три вида координатной защиты:

- защита стрелы от ее столкновения с близко расположенными препятствиями (стен зданий и т. п.) – ограничения перемещения стрелы крана;
- защита крюка с целью предотвращения столкновения груза с близко расположенными препятствиями (столкновение крюка со стеной при расположении стрелы крана над зданием) – ограничение перемещение грузового крюка крана;
- ограничение высоты подъема крюка (для площадок складирования, расположенных рядом с границей строительной площадки).

Первые два типа задаются по ломаной линии, третья – прямоугольником.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		86



q - норма площади пола склада на единицу складированного ресурса, принятая по расчетным нормативам.

#### **4.4.2. Привязка приобъектных складов**

Открытые склады располагаются в зоне действия монтажного крана.

Площадки складирования должны быть ровными с уклоном не более пяти градусов для водоотвода. При недостаточной несущей способности грунта необходимо предусмотреть поверхностное уплотнение и подсыпку из щебня и песка толщиной 5...10 см. Участки складской площадки, на которые разгружают материалы, непосредственно с транспорта должны выполняться той же конструкции, что и временные дороги.

Размещение конструкций и материалов на открытом складе должно осуществляться с учетом обеспечения высокой производительности монтажного крана за счет максимального приближения конструкций к месту их установки, уменьшения углов поворота стрелы крана при подаче груза со склада к месту установки.

### **4.3. Временные мобильные здания**

#### **4.3.1. Номенклатура подсобных зданий для строительных городков**

Состав подсобных зданий (помещений) для строительной площадки зависит от организационно-технологических условий строительства, продолжительности строительно-монтажных работ на возводимом объекте, характера привлекаемых ресурсов, степени развития строительства и состояния его материально-технической базы, порядка санитарно-гигиенического и бытового обслуживания работающих.

Рабочие, руководители, специалисты и служащие, занятые на строительных объектах, должны быть обеспечены санитарно-бытовыми помещениями (гардеробными, сушилками для одежды и обуви, душевыми, помещениями для приема пищи, отдыха и обогрева, комнатами гигиены женщин и туалетами) в соответствии с действующими нормами, номенклатурой инвентарных зданий,

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		88



сооружений, установок и их комплексов для строительных и монтажных организаций.

Подготовка к эксплуатации санитарно-бытовых помещений и устройств для работающих на строительной площадке должна быть закончена до начала основных строительно-монтажных работ.

#### 4.3.2. Определение общей потребности во временных зданиях

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

$$F = F_n \cdot P$$

где  $F$  – общая потребность в зданиях данного типа в м<sup>2</sup>, рабочих местах, посадочных местах, сетках, кранах и пр.

$F_n$  – нормативный показатель потребности здания, един. изм./вместимость),

$P$  – число работающих в наиболее многочисленную смену, кроме гардеробных, которые рассчитываются на всё количество рабочих.

Определим потребность в каждом из помещений, результаты сведем в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Потребность во временных зданиях

№ п/п	Тип помещения	$F_n$ – нормативный показатель, м <sup>2</sup> /чел	$P$ – число рабочих	$F$ – общая потребность в зданиях данного типа, м <sup>2</sup>
1	Гардеробная	0,9	156	140
2	Умывальня	0,05	50	2,5
3	Душевая	0,4	50	20
4	Столовая	1,0	50	50
5	Помещение для отдыха	1,0	50	50
6	Сушильня	0,2	50	10
7	Уборная	0,7	50	35
8	Контора	3,0	4	12

#### 4.3.3. Размещение временных зданий на строительной площадке

При отсутствии ограничений по пожарной опасности, технике безопасности подсобные здания, сооружения и установки размещают на строительной площадке на специально выделяемых для этих целей участках, обычно

незастраиваемых, как правило, у постоянных транспортных коммуникаций с использованием для эксплуатации этих объектов постоянных инженерных сетей, в непосредственной близости от основных групп потребителей.

Противопожарные требования касаются в первую очередь размещения зданий и устройства проездов для пожарных машин. Инвентарные здания допускается располагать группами числом не более 10. Расстояние между зданиями в группе должно быть не менее 1 м.

#### **4.4. Транспортные коммуникации**

В эту группу объектов на строительной площадке входят автомобильные и железные дороги, пешеходные тротуары и переходы.

Транспортные коммуникации проектируются в следующей последовательности:

- определяется схема движения транспорта и пешеходов;
- проектируется размещение дорог, тротуаров и переходов;
- назначаются параметры дорог и тротуаров;
- определяется вид и конструкция дорог (тротуаров).

При проектировании транспортных коммуникаций необходимо исходить из возможности максимального использования существующих дорог или запроектированных и построенных в подготовительный период.

Схема движения автотранспорта на строительной площадке разрабатывается с учётом:

- общего направления развития строительства;
- принятой очередности и технологии СМР;
- характера и интенсивности грузопотока;
- расположения зон хранения и вида ресурсов;
- использования существующих и запроектированных постоянных дорог,

построенных в подготовительный период.

При этом должен предусматриваться беспрепятственный проезд всех автотранспортных средств к местам разгрузки, что обуславливает необходимость проектирования, преимущественно, кольцевых автомобильных дорог, устройство

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		90

разъездов и площадок. Строительная площадка и ограждаемые участки внутри площадки должны иметь не менее двух въездов.

Расстояния от края проезжей части автомобильной дороги до строящегося здания принимаем равным 3 м.

Параметры временных дорог, а также постоянных, используемых для нужд строительства, должны соответствовать показателям, приведённым в табл.4.3.

Таблица 4.3

Основные показатели временных дорог

Наименование	Показатель
Ширина, м:	
полосы движения	3,5
проезжей части	3,5
земляного полотна	6
Наибольшие продольные уклоны, %	10
Наименьший радиус кривых в плане, м	12

На дорогах шириной 3,5 м в зоне кривой поворота (протяженность катетов 15...30 м) ширина проезда увеличивается до 7 м. Пересечение и примыкание дорог необходимо выполнять под углом 45...90°.

На стройгенплане должны быть показаны условными знаками и надписями въезды (выезды) транспорта, указатели проездов от основных магистралей к объектам и местам разгрузки, направление движения, развороты, разъезды, места разгрузки, места установки дорожных знаков. Все эти элементы должны быть привязаны к осям постоянных объектов.

**4.5 Обоснование потребности строительства в воде**

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

$$Q_{TP} = Q_{ПР} + Q_{ХОЗ} + Q_{ПОЖ}$$

где  $Q_{\text{ПР}}$ ,  $Q_{\text{ХОЗ}}$ ,  $Q_{\text{ПОЖ}}$  – расход воды соответственно на производственные, хозяйственные и пожарные нужды, л/с.

$$Q_{\text{ПР}} = \frac{k_{\text{НУ}} q_{\text{У}} n_{\text{П}} k_{\text{Ч}}}{3600t}$$

$k_{\text{НУ}}$  – коэффициент неучтенного расхода воды ( $k_{\text{НУ}} = 1,2$ ),

$q_{\text{У}}$  – удельный расход воды на производственные нужды, л

$n_{\text{П}}$  – число производственных потребителей,

$k_{\text{Ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления ( $k_{\text{Ч}} = 1,5$ ),

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

$$Q_{\text{ХОЗ}} = \frac{q_{\text{Х}} n_{\text{Р}} k_{\text{Ч}}}{3600t} + \frac{q_{\text{Д}} n_{\text{Д}}}{60t_1}$$

где  $q_{\text{Х}}$  – удельный расход воды на хозяйственные нужды, 25 л

$q_{\text{Д}}$  – расход воды на прием душа одного, 50 л

$n_{\text{Р}}$  – число работающих в наиболее загруженную смену, 26 чел

$n_{\text{Д}}$  – число пользующихся душем (80% от  $n_{\text{Р}}$ ), 21 чел

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

$k_{\text{Ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления ( $k_{\text{Ч}} = 1,5$ ),

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

$Q_{\text{ПОЖ}} = 10$  л/с из расчёта действия 2 струй из гидрантов по 5 л/с

Таблица 4.4

Калькуляция расхода воды на производственные нужды

№ п.п	Наименование потребителя	Ед. изм	Кол-во потреб.	Продолж. потребл. (смен.)	Уд. расх (л)	Коэффициент		Час. в смен	Расход воды (л/с)
						К <sub>Н</sub> <sub>У</sub>	К <sub>Ч</sub>		
1	Устройство цементной стяжки	1 м2	40,86	7	18	1,2	1,5	8	0,0015
2	Малярные работы	1 м2	4086	60	0,5	1,2	1,5	8	0,01465
3	Штукатурные работы	1 м2	10008	30	4	1,2	1,5	8	0,00850
4	Устройство кровли с приготовлением раствора	1 м2	454	6	4	1,2	1,5	8	0,01394
5	Экскаватор при ДВС	1 машина	1	2	10	1,2	1,5	8	0,000313
6	Заправка и обмывка автомобилей	1 машина	1	18	300	1,2	1,5	8	0,00035
7	Поливка газона	1 м2	580	40	10	1,2	1,5	8	0,0091

8	Посадка деревьев	1 дере во	58	40	50	1,2	1,5	8	0,00453
---	------------------	-----------------	----	----	----	-----	-----	---	---------

Всего:  $Q_{\text{ПР}} = 0,0525$  л/с

$$Q_{\text{ХОЗ}} = \frac{q_x n_p k_{\text{ч}}}{3600t} + \frac{q_d n_q}{60t_1} = \frac{25 \cdot 26 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} + \frac{50 \cdot 21}{60 \cdot 45} = 0,423 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{тр}} = 0,0525 + 0,423 + 10 = 10,48 \text{ л/с}$$

Диаметр труб водонапорной наружной сети определяем по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{1000 Q_{\text{тр}}}{3,14v}}$$

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

$v$  – скорость движения воды в трубах ( $v = 0,6$  м/с)

$$D = 2 \sqrt{\frac{1000 \cdot 10,48}{3,14 \cdot 0,6}} = 149,2 \text{ мм}$$

Принимаем  $D = 150$  мм.

#### 4.6. Обоснование потребности в электроэнергии

Сети электроснабжения постоянные и временные предназначены для энергетического обеспечения силовых и технологических потребителей, а также для энергетического обеспечения наружного и внутреннего освещения объектов строительства, временных зданий и сооружений, мест производства работ и строительных площадок.

Расчетную электрическую нагрузку можно определить, следующим образом:

$$P_p = \sum \frac{K_C \times P_C}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_C \times P_T}{\cos \varphi} + \sum K_C \times P_{\text{ОВ}} + \sum P_{\text{ОН}}$$

Где  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности,

$K_C$  – коэффициент спроса,

$P_C$  – мощность силовых потребителей, кВт,

$P_T$  – мощность для технологических нужд, кВт,

$P_{\text{ОВ}}$  – мощность устройств внутреннего освещения,

$P_{\text{ОН}}$  – мощность устройств наружного освещения,

Результаты сводим в таблицу 4.5.

Таблица 4.5

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		93



	общественные помещения					
5	Главные проходы	80	5	3	400	3 ПЖ-220
6	Охранное освещение	15500	1,5	0,5	400	30 ПЖ-220

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		95

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе были выполнены все вышестоящие задачи, а именно:

- в архитектурно-строительном разделе изучены местность строительства и природно-климатические условия, разработан генеральный план участка застройки, разработаны объемно-планировочные и конструктивные решения здания, отвечающие требованиям пожарной безопасности, выполнен теплотехнический расчет ограждающей конструкции;

- в расчетно-конструктивном разделе был произведен сбор нагрузок и расчет плоской рамы каркаса с помощью программного комплекса «Лири-САПР», на основе анализа результатов расчета выполнены чертежи узлов несущих конструкций;

- в разделах технологии и организации строительного производства была разработана технологическая карта на монтаж каркаса здания, на основе которой создан строительный генеральный план на основной период строительства объекта.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		96



## Список литературы

1. СП 118.13330.2012\* Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2), / Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2013. – 70 с.
2. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*, / Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2011. – 114 с.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменением N 2) / Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2013. – 109 с.
4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003/ Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2013. – 139 с.
5. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений / Минстрой России. – М.: Стройиздат, 1997. – 14 с.
6. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*// Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2011. – 81 с.
7. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* (с Изменением N 1) \*// Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2011. – 178 с.
8. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1) / Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2011. – 25 с.
9. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменением N 1)/ / Госстрой России. – М.: Стройиздат, 2013. – 293 с.
10. СНиП 12-03-01. Безопасность труда в строительстве / Минстрой России. – М.:ГУП ЦПП, 2001, 88 с.
11. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий / Госстрой России. – М., 2005.
12. Захаров, А.В. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Гражданские здания: учеб. Для вузов / А.В. Захаров, Т.Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1993. – 509 с.

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		97

13. Маклакова, Т.Г. Конструкции гражданских зданий: Учебник для вузов / Т.Г. Маклакова С.М. Нанасова. – М.: Издательство АСВ, 2000 – 280 с.

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

15. Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. Учеб. Пособие для строит. спец. вузов/ С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – М.: Высшая школа, 1989. – 216 с.

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

17. Воронова, Л.И. Монтаж строительных конструкций: Методические указания к курсовому проекту / Л.И.Воронова, Е.В. Кузнецова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 83 с.

18. Станевский, В.П. Строительные краны: Справочник / В.П. Станевский, В.Г. Моисеенко, В.П. Колесник, В.В. Кожушко; Под общ. Ред. Канд. Техн. Наук В.П. Станевского. – К.: Будивельник, 1984. – 240 с.

19. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат. 1987. – 64 с.

20. ЕНиР. Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат. 1987. – 31 с.

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

						АСИ-401.08.03.01.382.2017.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		98