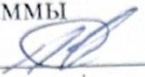


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ТАРАЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ИРРИГАЦИИ

«Допущен к защите»
Руководитель образовательной
программы


/подпись/

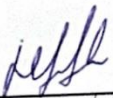
Ескермесов Ж. Е.
/Ф.И.О./

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Проектирование пяти этажного торгово – гостиничного комплекса
в городе Талдыкорган»

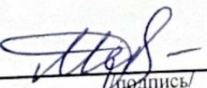
Образовательная программа: 6B07316 – «Строительство и эксплуатация
зданий и сооружений»
/шифр и наименование/

Выполнил


/подпись/

Назаров Айдос Муханович
/Ф.И.О./

Руководитель


/подпись/

Медетов Абай, магистр -
/Ф.И.О. ученая степень, ученое звание/

строительства, старший
преподаватель

Тараз 2026г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ТАРАЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ИРРИГАЦИИ

Образовательная программа: 6B07316 – «Строительство и эксплуатация
зданий и сооружений»

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта (работы)

Студенту (ке)

Назаров Айдоос Мухановичу
/Ф.И.О./

Тема проекта (работы) «Проектирование пяти этажного торгово-гостиничного
комплекса в городе Талдыкорган»

утверждена приказом по вузу № 138 от « 31 » 10 2025 г.

Срок сдачи законченного проекта (работы) « 25 » 05 2026 г.

Исходные данные к проекту (работе) Климатический район строительства II,
температура холодных суток: $t_{xc} = -36^{\circ}\text{C}$, 5 дней: $t_{н5} = -30^{\circ}\text{C}$, грунтовые условия:
суглинок - 2.4...2.8м, глина - 1.6...2.0м, песок - 5.6...6.2м, супесь - 5.4...6.0м, суглинок -
3.6...4.1м, уровень грунтовых вод - 4.4м, рельеф - достаточно пологий (2%), вес
снегового покрова – $s_0 = 2.4$ кПа, скоростной напор ветра – $W_0 = 0.38$ кПа, здание
5-ти этажное, Т-образным в плане, размеры здания в осях 89х84м, высота здания
 $h_{зд} = 21.8$ м, высота подвала – 2.2м, высота 4-ех этажей – 3.6м, высота 5-го этажа
– 4.2м.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте (работе) вопросов или краткое
содержание дипломного проекта (работы):

Введение. 1. Архитектурно-строительный раздел: генеральный план участка
застройки, объемно-планировочное решение здания, конструктивное решение
здания, отделочные работы, теплотехнический расчет ограждающих
конструкций, санитарно-технические системы, противопожарные мероприятия,
ТЭП здания.

2. Расчетно-конструктивный раздел: конструктивная система каркаса, сбор
нагрузок, расчет конструкций, расчет узлов рамы, расчет и конструирование
фермы.

3. Раздел планирования и организации строительства: проект производства
работ, технология производства работ, проектирование календарного графика,
строительный генеральный план, монтаж стального каркаса здания, область
применения.

4. Техничко-экономическое обоснование проекта: определение расчетной
стоимости строительства, основные технико-экономические показатели
проекта, локальная смета.

Заключение. Список литературы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Фасад, Генеральный план, Экспликация зданий и сооружений, Планы этажей, Разрезы,
Узлы, ТЭП.

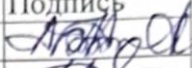
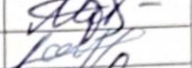
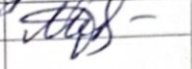
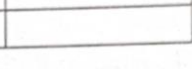
2. Марки: колонна К2, прогоны П1, П2, ригель Р1, ферма Ф1 и спецификации материалов.

3. Календарный план производства работ, Строительный генеральный план.

Рекомендуемая основная литература

1. Орловский Б. Я., Магай Л. А. Основы проектирования гражданских и промышленных зданий. 2. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. 3. Шилибеков С. К., Инкарбеков Н. О. Дипломное проектирование. Методические указания для студентов специальности ПГС. 4. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции. /Общий курс. 5. Хамзин С. К., Карасев А. К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. 6. Сборник ЕНиР: Е1; Е3; Е4; Е5; Е6; Е7; Е8-1.

Консультации по проекту (работе) с указанием относящихся к ним разделов проекта (работы)

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Архитектурно-строительный	Асылбеков А. Ш.	02.05.26	
Расчетно-конструктивный	Медетов А. К.	15.05.26	
Планирование и организация строительства	Аманбаев Е. Н.	29.05.26	
Экономическое обоснование	Медетов А. К.	03.06.26	

ГРАФИК

выполнения дипломного проекта (работы)

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
	Введение	02.05.26	
	Архитектурно-строительный	02.05.26	
	Расчетно-конструктивный	15.05.26	
	Планирование и организация строительства	29.05.26	
	Экономическое обоснование	03.06.26	
	Заключение	03.06.26	
	Список использованных источников	03.06.26	

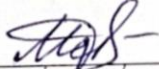
Дата выдачи задания « 25 » 01 2026 г.

Руководитель образовательной программы


/подпись/

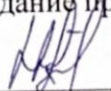
Ескермесов Ж. Е.
/ф.и.о./

Руководитель проекта (работы)


/подпись/

Медетов А. К.
/ф.и.о./

Задание принял к исполнению


/подпись/

Назаров Айдос Муханович
/ф.и.о./

Студент

Введение

Торгово-гостиничные комплексы относятся к числу наиболее востребованных объектов коммерческой недвижимости и одновременно являются одним из самых дорогостоящих направлений строительства. Такие здания представляют собой эффективное объединение торговых площадей и гостиничных помещений в едином архитектурном комплексе. Данный подход особенно актуален в современных условиях, когда стоимость земельных участков постоянно увеличивается, поскольку повышение этажности позволяет значительно сократить площадь застройки.

Для объектов торгово-гостиничного назначения характерны активное использование подземных пространств, устройство цокольных этажей, применение современных строительных и отделочных материалов, а также рациональных объемно-планировочных решений. Каждый из этих факторов существенно влияет на общую стоимость строительства.

В строительной практике выделяют пять основных конструктивных систем зданий: каркасную, бескаркасную (стеновую), объемно-блочную, ствольную и оболочковую системы. Наряду с ними широко используются комбинированные варианты, в которых вертикальные несущие конструкции формируются из различных типов элементов — стержневых, плоскостных и ствольных.

Система с неполным каркасом предполагает распределение вертикальных и горизонтальных нагрузок между каркасом и стенами. Она может выполняться в двух вариантах: с внутренним каркасом и наружными несущими стенами либо с наружным каркасом и внутренними несущими стенами.

Каркасно-диафрагмовая система основана на разделении функций между стеновыми и стержневыми элементами: стены воспринимают большую часть горизонтальных нагрузок, а каркас — преимущественно вертикальные усилия.

В каркасно-ствольной системе вертикальные нагрузки воспринимаются каркасом, а горизонтальные воздействия передаются на один или несколько стволов жесткости. Ствольно-стенная система предусматривает совместную работу несущих стен и стволов с распределением нагрузок между ними.

Оболочно-ствольная система основана на взаимодействии наружной несущей оболочки и внутреннего ствола здания, совместно воспринимающих вертикальные и горизонтальные нагрузки. В каркасно-оболочковой системе внешняя оболочка принимает практически все нагрузки, а внутренний каркас работает преимущественно на восприятие вертикальных усилий.

Современные технологии строительства торгово-гостиничных комплексов включают не только освоение подземного пространства, но и использование инновационных решений при возведении надземной части здания. Ранее подобные объекты в основном строились из железобетона. Несмотря на высокую долговечность, железобетон отличается значительной стоимостью, длительными сроками строительства и рядом конструктивных ограничений, например по величине свободных пролетов.

Альтернативой железобетону выступают металлические конструкции, которые по долговечности не уступают ему и успешно применяются при строительстве торговых центров и гостиничных комплексов. Их использование позволяет перекрывать большие пролеты и снижать нагрузку на фундамент за счет меньшего собственного веса конструкций. Это сокращает объем земляных работ и уменьшает затраты на устройство основания здания.

Преимущества металлоконструкций проявляются и на стадии проектирования. Заказчик получает не только комплект конструкций, но и полный пакет проектной документации, что позволяет сократить дополнительные расходы и сроки разработки проекта.

Дополнительный экономический эффект достигается при использовании типовых проектных решений. Особенно это актуально для крупных торговых сетей, реализующих строительство объектов по единым стандартам. Серийные конструкции создаются с учетом многолетнего опыта проектирования стальных каркасов, что способствует снижению металлоемкости и уменьшению общей стоимости строительства.

Металлоконструкции практически не ограничивают архитектурные решения и позволяют вести монтаж в течение всего года, за исключением периодов экстремально низких температур ниже -30°C .

При проектировании современных торгово-гостиничных комплексов существует множество способов регулирования стоимости строительства без снижения качества объекта. Применение современных материалов и технологий дает возможность возводить здания с оптимальными затратами при полном соблюдении эксплуатационных требований.

Проектирование многоэтажных зданий требует комплексного подхода, включающего выбор конструктивной схемы, материалов несущих и ограждающих конструкций, инженерных систем и технологий строительства. При экономической оценке материалов необходимо учитывать не только стоимость каркаса, но и совокупные затраты на строительство и эксплуатацию здания.

К основным преимуществам современных конструктивных систем относятся сокращение сроков строительства, снижение массы конструкций и уменьшение трудоемкости работ. Особенно эффективно применение таких решений в условиях умеренного климата.

Основными элементами каркаса являются колонны, ригели перекрытий, вертикальные связи жесткости и горизонтальные диски перекрытий. Рамные каркасы формируются из сетки колонн и балок, соединенных жесткими узлами. В типовой рамной системе колонны располагаются с шагом 6×6 м.

При воздействии горизонтальных нагрузок рамная система работает за счет изгиба балок и колонн. Основная часть горизонтальных перемещений здания возникает вследствие изгиба элементов каркаса, поэтому такие системы являются экономически эффективными для зданий высотой до 30 этажей.

Системы с внешней пространственной рамой обладают повышенной жесткостью благодаря размещению колонн по периметру здания. Рамно-

секционные системы обеспечивают дополнительную пространственную жесткость и позволяют создавать здания со ступенчатой объемной формой.

Связевые системы обеспечивают пространственную устойчивость здания за счет работы диагональных связей и колонн. Такие конструкции могут выполняться в виде диафрагм жесткости или пространственных стволов, совмещаемых с лифтовыми и коммуникационными шахтами. По расходу стали связевые системы зачастую более экономичны по сравнению с рамными.

Рамно-связевые системы объединяют работу рам и вертикальных связей, при этом большая часть горизонтальных нагрузок воспринимается связевыми элементами.

Стволы жесткости могут быть стальными, железобетонными или комбинированными. Они работают как консольные тонкостенные элементы, воспринимая как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки. Эффективность работы стволов зависит от их формы, жесткости и характера приложенных нагрузок.

В настоящее время Талдыкорган является одним из крупных промышленных и культурных центров Республики Казахстан с устойчиво развивающейся экономикой и международными связями.

Рост инвестиционной активности и развитие промышленности повышают актуальность строительства торгово-гостиничных комплексов. Такие объекты позволяют объединить торговые и гостиничные функции в одном здании, обеспечивая широкий спектр услуг и более полное удовлетворение потребностей потребителей.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	-
1. Архитектурно-строительный раздел	-
1.1 Исходные данные для проектирования	-
1.2 Генеральный план участка застройки	-
1.3. Объемно-планировочное решение здания	-
1.3.1 Гостиница	-
1.3.2 Торговые учреждения	-
1.3.3 Офисы	-
1.4. Конструктивное решение здания	-
1.4.1 Стены	-
1.4.2 Перегородки	-
1.4.3 Перекрытия	-
1.4.5 Лестницы	-
1.4.6 Полы	-
1.4.7 Крыша	-
1.4.8 Лифт	-
1.4.9 Элементы заполнения проемов	-
1.5. Отделочные работы	-
1.5.1 Отделка внутренних помещений	-
1.5.2 Отделка фасадов	-
1.6. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	-
1.6.1 Стеновое ограждение	-
1.6.2 Покрытие торгово-гостиничного комплекса	-
1.7 Санитарно-технические системы	-
1.7.1. Инженерное оборудование здания	-
1.7.2. Водо- и теплоснабжение	-
1.7.3. Канализация	-
1.7.4 Вентиляция и кондиционирование	-
1.7.5. Электроснабжение и электрооборудование	-
1.7.6. Слаботочные и электронные системы и устройства	-
1.8 Противопожарные мероприятия	-
1.9 ТЭП здания	-
2. Расчетно-конструктивный раздел	-
2.1 Конструктивная система каркаса	-
2.2 Сбор нагрузок	-
2.2.1 Собственный вес покрытия	-
2.2.2 Снеговая нагрузка	-
2.2.3 Ветровая нагрузка	-
2.2.4 Полезная на перекрытие	-
2.3 Расчет конструкций	-
2.3.1 Расчет стального профилированного настила	-
2.3.2 Расчет прогонов	-
2.3.3 Расчет ригелей	-

2.3.4 Расчет колонн одноэтажной части гостиницы	-
2.4 Расчет узлов рамы	-
2.4.1 Расчет базы колонн одноэтажной части гостиничного комплекса	-
2.4.2 Крепление прогонов к колонне 26К1	-
2.5 Расчет и конструирование фермы	-
2.5.1. Расчет прогона	-
2.5.2. Расчет фермы	-
3. Раздел технологии и организации строительства	-
3.1 Проект производства работ	-
3.1.1 Технология производства работ	-
3.1.2 Выбор типа крана и их привязка к объекту	-
3.2 Проектирование календарного графика	-
3.3 Строительный генеральный план	-
3.3.1 Основные принципы проектирования	-
3.3.2 Расчет и проектирование временных инвентарных зданий	-
3.3.3 Размещение временных зданий и сооружений	-
3.3.4 Расчет складских помещений и площадок	-
3.3.5 Расчет потребности строительства в воде	-
3.3.6 Освещение строительной площадки	-
3.3.7 Обеспечение строительства электроэнергией	-
3.4 Технологическая карта на монтаж стального каркаса здания	-
3.4.1 Область применения	-
4. Технико-экономическое обоснование проекта	-
4.1 Определение расчетной стоимости строительства	-
4.2 Основные технико-экономические показатели проекта	-
4.3 Локальная смета	-
Заключение	-
Список литературы	-

1. Архитектурно-строительный раздел

1.1. Исходные данные для проектирования

Район строительства (пункт) - г. Талдыкорган.

Климатический район строительства II, со следующими характеристиками: Температура наружного воздуха холодных суток:

$$t_{xc} = -32^{\circ}\text{C}$$

Температура наружного воздуха холодных 5 дней: $t_{н5} = -26^{\circ}\text{C}$

Температура отопительного периода: $t_{от} = -5.2^{\circ}\text{C}$

Продолжительность отопительного периода: $Z_{от} = 203 \text{ дн}$

Продолжительность, сут., периода со среднесуточной температурой воздуха $< 8^{\circ}\text{C} - 203 \text{ сут.};$

Средняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$, периода со среднесуточной температурой $< 8^{\circ}\text{C} - 5.2^{\circ}\text{C} \{1\}.$

Грунтовые условия строительной площадки представлены следующими грунтами:

- суглинок, мощностью 2.4...2.8 м
- глина, мощность слоя 1.6...2.0 м
- песок, мощностью 5.6...6.2 м
- супесь, мощность слоя 5.4...6.0 м
- суглинок, мощностью 3.6...4.1 м

Грунты относятся к категории надежных, так как модуль деформаций $E_0 > 5 \text{ МПа}$

В пределах строительной площадки просадочные грунты не выявлены.

Уровень грунтовых вод зафиксирован на глубине 4,4 м от поверхности земли. Согласно результатам проведенного анализа, грунтовые воды не оказывают агрессивного воздействия на бетонные конструкции.

Рельеф участка строительства сравнительно ровный и представляет собой пологий склон с перепадом отметок в пределах территории около 3 м, что соответствует уклону 2 %.

По снеговой нагрузке район строительства относится к IV климатическому району.

Нормативный вес снегового покрова – $s_0 = 2,4 \text{ кПа}$.

Район по давлению ветра III.

Нормативный скоростной напор ветра – $W_0 = 0,38 \text{ кПа}$.

Данный район характеризуется преобладанием ветров восточного, западного и юго-западного направления. Скорость ветра, вероятность превышения которой составляет 5% - 7 м/с.

1.2. Генеральный план участка застройки

Площадка, предназначенная для строительства пятиэтажного торгово-гостиничного комплекса в Талдыкорган, имеет общую площадь 2,02 га.

Подъездные пути и подходы к зданию предусмотрены со стороны городской улицы. Земельный участок расположен в непосредственной

близости от автомобильной дороги, что обеспечивает удобную транспортную доступность объекта и его связь с городской инфраструктурой.

Для обеспечения свободного проезда пожарной техники вокруг здания запроектированы проезды с нормативной шириной дорожного полотна. Данные проезды также используются для доставки продовольственных и хозяйственных товаров к разгрузочным площадкам, а также для доступа персонала к служебным парковочным зонам.

Хозяйственные площадки предусмотрены с асфальтобетонным покрытием и предназначены для обслуживания предприятий общественного питания и гостиницы, а также для временного хранения отходов. Указанные площадки расположены с тыльной стороны комплекса, что позволяет разделить потоки посетителей и служебного транспорта.

Служебная зона гостиницы предназначена для персонала и включает автомобильную стоянку на 20 машино-мест, расположенную вблизи служебного входа. Размещение служебных зон по торцевым сторонам здания обеспечивает удобный и быстрый доступ сотрудников к служебным помещениям.

На территории комплекса предусмотрена открытая автомобильная парковка для посетителей торговой части на 60 машино-мест, а также зоны отдыха для персонала. Доступ к торговому комплексу организован со стороны улицы через два въезда. Зона отдыха выполнена в виде озелененного цветника с размещенными вокруг него скамьями для отдыха.

Центральный вход в торговый комплекс оформлен площадкой с покрытием из тротуарной плитки. Остальные пешеходные дорожки и автомобильные проезды запроектированы с асфальтобетонным покрытием. (См. табл. 1.2.1)

табл. 1.2.1

Ведомость тротуаров, дорожек и площадок

<i>Поз.</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип</i>	<i>Площадь покрытия, м²</i>	<i>Примечание</i>
4	Автомобильная парковка для офиса	1	880	асфальт
5	Автомобильная парковка для гостиницы	1	660	асфальт
6	Хозяйственная площадка	1	812	асфальт
7	Площадка перед входом в торговый комплекс	2	375	тр. плитка

Ширина въездов и выездов с территории комплекса – 6м, ширина тротуаров – 3м.

Предусмотрено устройство цветников и газонов. (См. табл. 1.2.2)

табл. 1.2.2

<i>Поз.</i>	<i>Наименование породы или вида насаждения</i>	<i>Возр. лет</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
-------------	--	------------------	-------------	-------------------

1	Цветник		7	Из многолетников, м ²
2	Газон		9430	м ²

Все условные обозначения на генплане приняты согласно *ГОСТ 21.204-93*

“Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений” и приводятся на листе чертежа.

Технико-экономические показатели генерального плана приведены в таблице 1.2.3.

ТЭП генплана

Показатели	Ед. изм.	Площадь
Площадь участка	га	2.02
Площадь застройки	м ²	3400
Плотность застройки	%	17
Площадь асфальтно-бетонных покрытий	м ²	10256
Площадь озеленения	м ²	6536

1.3. Объемно-планировочное решение здания

В Талдыкорган запроектирован пятиэтажный торгово-гостиничный комплекс Т-образной формы в плане. Габариты здания в осях составляют 89×84 м, общая высота здания — 21,8 м.

Объемно-планировочное решение обеспечивает функциональное разделение торговой зоны и гостиничной части, что позволяет организовать их изолированную эксплуатацию.

Горизонтальное перемещение людей осуществляется по системе коридоров, вертикальная связь между этажами обеспечивается лестничными маршами. Для перемещения грузов и пассажиров предусмотрены грузовые лифты. Подробная экспликация помещений приведена на листе 2 графической части проекта.

Подвальный этаж используется в качестве технического уровня.

В соответствии с требованиями противопожарных норм каждый этаж обеспечен необходимым количеством эвакуационных выходов через лестничные клетки.

Приняты следующие высоты этажей: высота подвального этажа — 2,2 м, высота четырех типовых этажей — 3,6 м, высота пятого этажа — 4,2 м.

1.3.1 Гостиница

Проектируемая гостиница в составе комплекса относится к гостиницам общего типа, малой вместимости и повышенной этажности. Уровень комфорта принят I категории.

Объемно-планировочное решение выполнено по коридорной системе. План здания имеет прямоугольную форму с размерами в осях 17×66 м. Высота этажа составляет 3,6 м, этажность здания — 5 этажей.

По функциональному назначению гостиница включает жилую, общественную и служебно-хозяйственную зоны. Основными функциональными частями являются жилая и общественная.

Пространственная организация выполнена с учетом вертикального зонирования: помещения общественного назначения размещены в нижней части здания, а жилые номера расположены на вышележащих этажах. Площадь нижнего уровня, где сосредоточены общественные помещения, превышает площадь вышележащей жилой части, формируя стилобатную основу, над которой расположены жилые этажи. Данное решение позволяет рационально использовать земельный участок и уменьшить площадь застройки.

Вертикальная связь между жилыми этажами и первым этажом осуществляется посредством двух пассажирских лифтов и лестничной клетки. Размеры лестничной клетки в осях составляют 6×3 м.

Для обслуживания персонала предусмотрены отдельный лифт и лестничная клетка, обеспечивающие изолированное перемещение служебного потока.

На первом этаже размещается столовая на 96 посадочных мест. На 2–5 этажах расположены гостиничные номера различной категории.

1.3.2 Торговые учреждения

Объемно-планировочная структура здания формируется с учетом функциональной схемы движения товарных потоков и направлена на внедрение современных технологий, высокоэффективного оборудования, а также комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. При этом обеспечиваются комфортные и безопасные условия для покупателей.

С целью рациональной организации внутренних грузопотоков и потоков посетителей при проектировании торговых помещений предусмотрено четкое разделение и пространственная изоляция данных направлений движения.

Торговые залы размещены в одноэтажных объемах комплекса и обеспечены естественным боковым освещением, что повышает комфорт эксплуатации и энергоэффективность здания.

Для доставки товаров предусмотрены разгрузочные платформы, расположенные на отметке 0,9 м выше уровня проезжей части для автотранспорта. Ширина платформ составляет 4 м. Конструктивное решение платформ рассчитано на разгрузку автомобилей с заднего либо заднего и бокового борта. Разгрузочные зоны размещены под навесами, что

обеспечивает защиту от атмосферных воздействий. С разгрузочной платформы товары поступают непосредственно в приемочные помещения.

Вентиляционные камеры, тепловые узлы и электрощитовые помещения предусматриваются отдельно для каждого торгового блока и гостиничной части комплекса, что обеспечивает автономность инженерных систем и надежность эксплуатации.

1.3.3 Офисы

Планировочная структура офисной части здания принята коридорного типа. План имеет прямоугольную форму с закругленными торцевыми участками. Габариты здания в плане составляют 18×89 м. Этажность офисной части — 4 этажа.

Вертикальная связь между этажами офисных помещений обеспечивается двумя лифтами и лестничными клетками. Размеры лестничных клеток в осях приняты 6×3 м.

1.4. Конструктивное решение здания

Здание торгово-гостиничного комплекса относится ко II степени ответственности. Степень огнестойкости комплекса принята II.

Конструктивная система здания выполнена в виде стального рамного каркаса.

Фундамент принят монолитный, мелкозаложенный, устраиваемый под колонны. Нижние концы колонн жестко заземлены в теле фундамента.

Колонны одноэтажной части имеют двутавровое сечение с размерами 300×300 мм. Колонны многоэтажной части выполняются сечением 400×400 мм.

В составе каркасной системы выделяются две основные подсистемы несущих конструкций: вертикальные и горизонтальные элементы.

Горизонтальные конструкции обеспечивают пространственную жесткость здания в плане, воспринимают и передают нагрузки на вертикальные элементы, а также участвуют в общей пространственной работе каркаса, выполняя функцию диафрагм жесткости и предотвращая взаимные смещения вертикальных элементов. К ним относятся ригели, прогоны и элементы перекрытий (СПН или комбинированные системы перекрытий).

Вертикальные конструкции выполняют основную несущую функцию, воспринимают все действующие нагрузки и передают их на фундамент. К ним относятся колонны каркаса.

Каркасные системы по обеспечению пространственной жесткости подразделяются на рамные, связевые и рамно-связевые. В данном проекте принята рамная конструктивная схема.

В поперечном направлении пространственная жесткость рамы обеспечивается жестким соединением ригелей с колоннами.

В продольном направлении устойчивость обеспечивается жестким заземлением колонн в фундаментах, при этом крепление ригелей выполняется шарнирным.

Принятый шаг колонн: в продольном направлении — 6 м, в поперечном — 6 м. Шаг прогонов составляет 3 м.

Проектируемая система представляет собой одноэтажную раму с двумя пролетами в поперечном направлении и пятью пролетами в продольном направлении.

1.4.1 Стены

Наружные стены приняты ненесущими и выполняются из пенобетонных блоков с последующим устройством теплоизоляционного слоя. Снаружи стены защищаются облицовкой в виде навесного вентилируемого фасада.

Толщина пенобетонных блоков составляет 200 мм. В качестве утеплителя применяется минеральная вата «Роквул» толщиной 120 мм.

Стеновые блоки опираются непосредственно на плиты перекрытий, что обеспечивает передачу нагрузки через междуэтажные конструкции без участия каркаса.

1.4.2 Перегородки

Перегородки в здании выполняются из гипсокартонных листов по металлическому каркасу профильной системы KNAUF.

В служебных и общественных помещениях суммарная толщина перегородок составляет 120 мм. В жилых номерах перегородки принимаются толщиной 150 мм с заполнением внутреннего пространства звукоизоляционным материалом, что обеспечивает требуемый уровень акустического комфорта.

В помещениях с повышенной влажностью (санузлы, производственные зоны предприятия питания) применяются влагостойкие гипсокартонные листы с пониженным водопоглощением (менее 10%) и повышенной устойчивостью к воздействию влаги.

В остальных помещениях используются стандартные гипсокартонные листы общего назначения.

Для повышения огнестойкости элементы каркаса перегородок облицовываются одним слоем обычного гипсокартона и одним слоем огнестойкого гипсокартона, обладающего повышенной сопротивляемостью воздействию открытого пламени.

Основу каркаса перегородок составляют металлические профили сечением от 50×50 мм до 100×50 мм.

В качестве звукоизоляционного материала применяются изделия из минеральной или стекловолоконной ваты на синтетическом связующем, обеспечивающие эффективное снижение уровня шума между помещениями.

1.4.3 Перекрытия

Междуэтажные перекрытия приняты в виде комбинированной конструкции, состоящей из монолитного железобетона и стального профилированного настила.

Такая плита перекрытия опирается на прогоны, расположенные с шагом 3 м, что обеспечивает необходимую несущую способность и пространственную жесткость перекрытий.

1.4.5 Лестницы

Лестничные марши выполняются из сборных железобетонных ступеней, укладываемых по металлическим косоурам.

Наружные лестницы предусмотрены сборными железобетонными конструкциями.

1.4.6 Полы

Конструкции полов принимаются в зависимости от функционального назначения помещений.

В санитарных узлах, гардеробных, производственных цехах предприятия питания, а также в обеденном зале и баре предусматриваются плиточные покрытия полов.

В коридорах офисной части здания, офисных помещениях и помещениях служебного персонала (кабинеты, бухгалтерия, архив, касса, комнаты персонала) тип полов определяется с учетом эксплуатационных требований.

В кладовых, мастерских и складских помещениях устраиваются цементные полы, обеспечивающие необходимую прочность и износостойкость.

В коридорах жилых этажей применяются плиточные покрытия. В жилых номерах предусмотрены полы из линолеума, обеспечивающие комфортные условия эксплуатации и соответствующий уровень отделки.

1.4.7 Крыша

Крыша проектируемого здания принята фонарного типа, малоуклонная ($i = 0,02$), бесчердачная, с внутренним организованным водоотводом.

Конструкция кровельного покрытия включает гидроизоляционный слой «Изолен», цементно-песчаную стяжку толщиной 30 мм и теплоизоляционный слой из минераловатных плит «Roswool» толщиной 180 мм.

Отвод атмосферных осадков с кровли осуществляется системой внутреннего организованного водостока. Сбор воды производится через водосточные воронки, размещенные в пониженных участках покрытия.

1.4.8 Лифт

В здании предусмотрено 7 пассажирских лифтов, запроектированных в соответствии с ГОСТ 5746-89. Грузоподъемность лифтов составляет 500 кг, скорость движения — 1 м/с.

Тип кабины принят непроходной с раздвижными дверями. Противовес расположен с задней стороны кабины (возможны варианты размещения справа или слева в зависимости от компоновочного решения шахты). Размеры кабины составляют 1700×1700 мм.

Стены лифтовых шахт выполнены из кирпичной кладки. Толщина стен шахт принята 380 мм, что обеспечивает необходимую прочность и звукоизоляцию конструкций.

1.4.9 Элементы заполнения проемов

Оконные и наружные дверные блоки предусмотрены индивидуального изготовления. Конструктивно они выполнены на основе каркаса из алюминиевого профиля с полимерным защитно-декоративным покрытием и заполнением в виде двухкамерного стеклопакета.

Размеры оконных и дверных блоков представлены на рисунке 1.4.9.1.

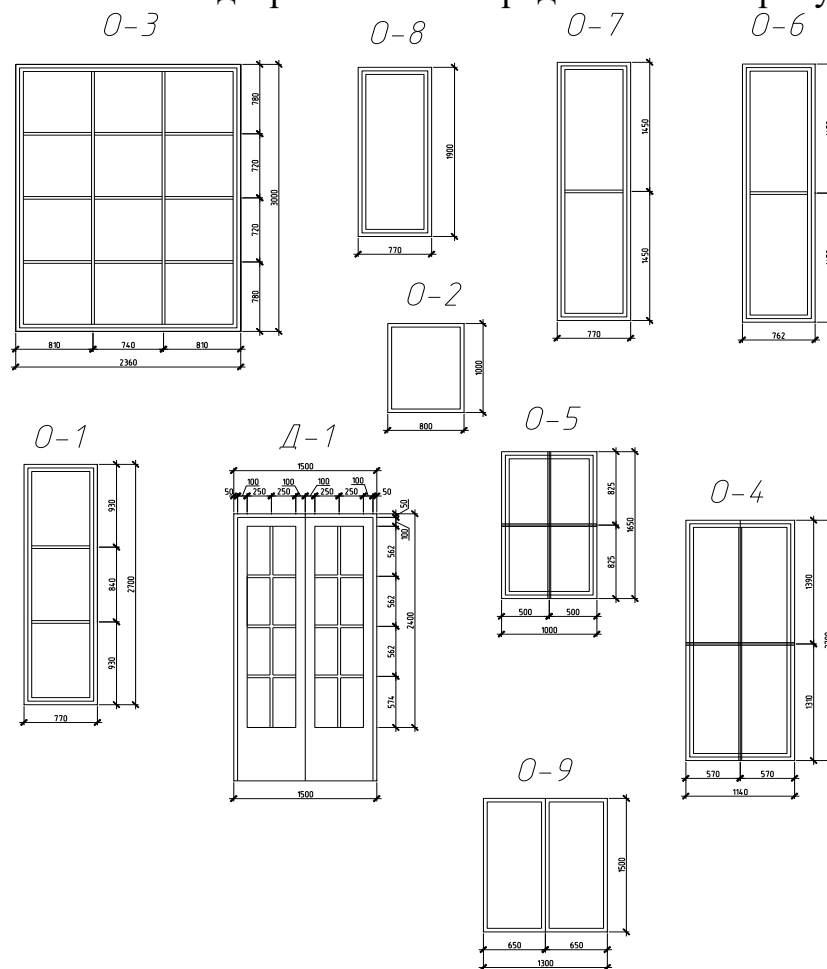


Рис. 1.4.9.1

1.5. Отделочные работы

1.5.1 Отделка внутренних помещений

Отделка стен и потолков в здании принята в зависимости от функционального назначения помещений.

Стены жилых номеров, кабинетов, приемных и помещений персонала оклеиваются обоями под покраску, что обеспечивает возможность последующего изменения цветового решения интерьеров без значительных затрат. В санитарных узлах стены облицовываются керамической плиткой. В кладовых и складских помещениях предусмотрена окраска стен

лакокрасочными материалами. В коридорах и вестибюле гостиничной части применяется отделка стен фактурной штукатуркой.

Потолки в служебных, бытовых, административных помещениях и коридорах выполняются подвесными с использованием минеральных отделочных материалов. В помещениях с повышенной влажностью (санузлы, душевые) предусматриваются потолки из металлических панелей, устойчивых к воздействию влаги и коррозии.

1.5.2 Отделка фасадов

Основным архитектурно-декоративным элементом фасадного решения торгового комплекса являются стеклянные витражные конструкции с применением зеркального тонированного стекла. Площадь остекления наружных стен составляет ориентировочно 60 % от общей поверхности фасадов.

Оформление глухих участков наружных стен выполняется с использованием современной фасадной системы типа «ЛАЭС», предусматривающей декоративную обработку угловых зон стен с устройством рустовки и применением цветных декоративных вставок.

Цокольная часть фасадов облицовывается керамическим гранитом, что обеспечивает повышенную износостойкость и архитектурную выразительность нижнего уровня здания.

1.6. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

В целях снижения теплопотерь в зимний период и уменьшения теплопритоков в летнее время при проектировании здания выполняется теплотехнический расчет наружных стен и перекрытий.

1. Согласно приложению 1 СНиП РК 2.04-03-2002 для Талдыкорган определяется зона влажности — нормальная.
2. По таблице 1 устанавливается влажностный режим помещений — сухой.
3. В соответствии с приложением 2 указанного нормативного документа определяются условия эксплуатации ограждающих конструкций, которые для сочетания влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства принимаются как условия категории А.
4. Далее определяется показатель градусо-суток отопительного периода для последующих теплотехнических расчетов

По СНиП РК 2.04-01-2001* для г. Талдыкоргана $t_{on} = -5.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Z_{on} = 203$.
При $ГСОП = (20 - (-5.2)) \cdot 203 = 5115.6\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут по табл. 1 б}^*$, СНиП РК 2.04-03-2002; $R_0 = 3.13\text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

$t_{\text{в}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений; $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

t_n - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °C, равная средней температуре периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °C по СНиП РК 2.04-01-2001*

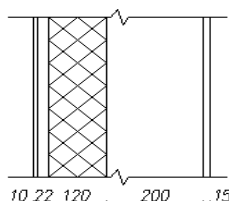
$Z_{от.пер.}$ - средняя температура, °C, и продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °C по СНиП РК 2.04-01-2001*

1.6.1 Стеновое ограждение

Требуемое сопротивление теплопередаче стеновых ограждающих конструкций, обеспечивающее санитарно-гигиенические и комфортные условия эксплуатации, определяется по таблице 16

$$R_0 = 3.13 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Стеновое ограждение состоит из следующих слоев:



Наименование слоя	Толщина, мм	λ , Вт/(м·°C)	R , м ² ·°C/Вт
Штукатурка	15	0.7	0.021
Газобетон	200	0.22	0.909
Утеплитель "Роквул"	120	0.047	2.128
Воздушная прослойка	22		
Облицовка	10	2.91	0.003

Термическое сопротивление слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции покрытия определяется как показатель, характеризующий способность конструкции сопротивляться теплопередаче, и выражается в R , м²·°C/Вт

Определяем общее сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_0 , м²·°C/Вт по формуле (4) СНиП РК 2.04-03-2002

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\lambda_s} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{0,2}{0,22} + \frac{0,12}{0,047} + \frac{0,01}{2,91} + \frac{1}{23} = 3.64$$

Где λ_s - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции [табл. 4* СНиП], Вт/(м²·°C);

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda_i}$ — сопротивление теплопередаче всех слоев стены, м²·°C/Вт;

λ_n - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C).

Термическое сопротивление для каждого слоя ограждающей конструкции:

$R = \frac{\delta}{\lambda}$, где δ , м - толщина слоя; λ - коэффициент теплопроводности материала слоя [прил. 3* СНиП], (Вт/м*°C).

3. сравниваем величины R_o^{ϕ} и R_o^{mp}

$$R_o^{\phi} = 3.64 > R_o^{mp} = 3.13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

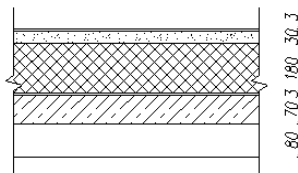
Следовательно, рассматриваемая конструкция обеспечивает требуемое по условиям энергосбережения сопротивление теплопередаче.

Однако, учитывая наличие мостиков холода, возникающих в местах крепления элементов навесного фасада, принято решение увеличить толщину теплоизоляционного слоя, закладываемого в наружные стены, до 120 мм. Данное конструктивное решение позволяет снизить теплопотери через узлы крепления и минимизировать их негативное влияние на теплотехнические характеристики ограждающих конструкций.

1.6.2 Покрытие торгово-гостиничного комплекса

Требуемое сопротивление покрытия теплопередаче, отвечающее санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по таблице 1б $R_o^{mp} = 4.6472 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Покрытие состоит из следующих слоев:



Наименование слоя	Толщина, мм	λ , Вт/(м·°C)	R , м ² ·°C/Вт
СПН	1	58	0
Железобетон	70	1.92	0.036
Пароизоляция "Пароизол"	3	0.17	0.018
Утеплитель "Rockwool"	180	0.041	4.39
Цементная стяжка	30	0.76	0.039
Рулонный ковер	3	0.17	0.018

Термическое сопротивление слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции покрытия определяется как показатель, характеризующий способность конструкции сопротивляться теплопередаче, и выражается в R , м²·°C/Вт

Определяем общее сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_o , м²·°C/Вт по формуле (4) СНиП РК 2.04-03-2002

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{\lambda_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_n} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.001}{58} + \frac{0.07}{1.92} + \frac{0.003}{0.17} + \frac{0.18}{0.041} + \frac{0.03}{0.76} + \frac{0.003}{0.17} + \frac{1}{23} = 4.66$$

Где λ_s - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции покрытия [табл. 4* СНиП], Вт/(м²*°C);

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda_i}$ — сопротивление теплопередаче всех слоев покрытия, м²*С/Вт;

λ_n - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²*°C).

Термическое сопротивление для каждого слоя ограждающей конструкции:

$R = \frac{\delta}{\lambda}$, где δ , м - толщина слоя; λ - коэффициент теплопроводности материала слоя [прил. 3* СНиП], (Вт/м*°C).

3. сравниваем величины R_o^ϕ и R_o^{mp}

$$R_o^\phi = 4.66 > R_o^{mp} = 4.6472 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Следовательно, конструкция обладает требуемым по условиям энергосбережения сопротивлением теплопередаче.

1.7 Санитарно-технические системы

1.7.1. Инженерное оборудование здания

Здание гостиницы оснащается комплексом инженерных систем, включающих отопление, холодное и горячее водоснабжение, канализацию, вентиляцию и кондиционирование воздуха, электроснабжение и внутренние электрические сети. Также предусмотрена система газоснабжения, используемая для технологических процессов в заготовочном цехе блока питания, а также системы связи, сигнализации и вещания.

Для систем водо-, тепло- и электропотребления предусмотрено внедрение автоматизированного учета расхода ресурсов.

При выборе оборудования инженерных систем соблюдаются принципы модульной координации, унификации и однотипности, что обеспечивает удобство монтажа, эксплуатации и обслуживания.

Все применяемые инженерные системы и оборудование должны обладать ремонтпригодностью с возможностью замены отдельных узлов и деталей. Для крупногабаритного и тяжелого оборудования предусматриваются монтажно-демонтажные проемы и использование грузоподъемных механизмов.

Основные входные группы гостиницы оборудуются воздушно-тепловыми завесами для предотвращения теплопотерь.

Инженерные системы гостиничной части функционируют автономно от систем офисных помещений, что обеспечивает независимость и надежность эксплуатации различных функциональных зон здания.

1.7.2. Водо- и теплоснабжение

Для различных функциональных блоков гостиничного комплекса, включая жилую и общественную части, предусматриваются отдельные системы (отдельные ветви) тепло- и водоснабжения.

С целью обеспечения оптимальных температурно-влажностных параметров в помещениях допускается применение различных систем отопления: электрического, воздушного (совмещенного с системой вентиляции), лучистого типов, а также комбинированных решений, включая установки ионизации и увлажнения воздуха.

Для мастерских и части служебных помещений рекомендуется устройство системы воздушного отопления, обеспечивающей равномерное распределение тепла и эффективный воздухообмен.

В здании предусматриваются системы утилизации и повторного использования тепловой энергии, включая вторичное использование тепла теплоносителей, что повышает энергоэффективность объекта.

Трубопроводы инженерных систем прокладываются скрытым способом. В жилой части разводка осуществляется через технический этаж. В блоке питания инженерные сети прокладываются открыто по стенам. В жилых номерах стояки размещаются скрыто в нишах из гипсокартонных конструкций.

Размещение, тип, внешний вид и температура поверхности отопительных приборов должны соответствовать уровню комфорта гостиницы и архитектурно-художественному решению интерьеров. При этом экранирующие элементы не должны существенно снижать теплоотдачу отопительных приборов.

1.7.3. Канализация

В гостиничном здании предусмотрены отдельные системы хозяйственно-фекальной, производственной и ливневой канализации, а также системы водоотведения. При необходимости дополнительно организуется дренаж территории для отвода грунтовых и поверхностных вод.

Системы водяного отопления оснащаются дренажными линиями с отводом воды в ближайшую дренажную систему или станцию.

В помещениях с мокрыми процессами, при выполнении влажной уборки твердых покрытий полов, а также в зонах входных групп предусматриваются устройства для организованного отвода воды с поверхности пола (трапы, водоотводные лотки и др.).

Канализационные стояки размещаются скрыто в нишах из гипсокартонных конструкций, что обеспечивает как техническую доступность, так и улучшение архитектурно-эстетических характеристик интерьеров.

1.7.4 Вентиляция и кондиционирование

В гостинице малой вместимости предусматривается система вентиляции с естественным побуждением.

Системы кондиционирования воздуха применяются в общественных помещениях, таких как вестибюль и столовая, при численности пребывающих 50 человек и более.

Индивидуальные системы кондиционирования предусмотрены также в административных помещениях, включая бухгалтерию, кабинет директора, приемную директора и кабинет заместителя директора.

Удаление вытяжного воздуха из жилых номеров осуществляется через санитарные узлы.

Жилые номера дополнительно оснащаются индивидуальными кондиционерами, обеспечивающими требуемые параметры микроклимата.

1.7.5. Электроснабжение и электрооборудование

В зданиях гостиничного комплекса предусматриваются сети электроснабжения, а также промежуточные и конечные распределительные устройства, выполняемые в соответствии с требованиями ПУЭ-86 и ВСН 59-88. Категорийность электроприемников по надежности электроснабжения принимается согласно положениям ВСН 59-88.

Для обеспечения безопасной эвакуации в здании предусматриваются независимые источники электроснабжения (в том числе аккумуляторные) с ограниченным временем автономной работы.

Для питания компьютерных сетей, систем противопожарной защиты, охранной сигнализации и средств связи предусматриваются источники бесперебойного питания (ИБП).

Электроснабжение выполняется по системе 380/220 В с глухозаземленной нейтралью трансформаторов и пятипроводной схемой распределения. Во всех питающих сетях закладывается резерв мощности 15–30 %, а в коммуникационных узлах — аналогичный резерв контактных групп.

Электроосвещение помещений подразделяется на следующие группы:

- жилые, общественные, административные помещения и эвакуационные пути;
- вспомогательные помещения;
- технические помещения;
- наружное освещение.

В здании предусматриваются рабочее, эвакуационное, аварийное и охранное освещение. В жилых номерах организуется общее, местное и рабочее освещение (прикроватное, у умывальника, зеркала и др.), а также устанавливаются регуляторы яркости общего и прикроватного освещения.

В общественных помещениях применяется общее регулируемое освещение с возможностью плавной или ступенчатой регулировки, а также местное освещение различных типов (точечное, отраженное, рассеянное). В административных помещениях и постах дежурных служб предусматривается общее и рабочее освещение. При использовании компьютерной техники устанавливаются светильники с антибликовым эффектом.

На главном фасаде здания над входной группой размещается световая (люминесцентная) вывеска с названием гостиницы, фирменным знаком и категорией.

Для декоративного освещения предусматривается сеть розеток на напряжение 12 В с защитой от короткого замыкания.

На территории гостиницы и внутри здания организуется система световых указателей направлений движения, входов, парковочных зон, функциональных помещений, а также указателей пожарной безопасности и эвакуационных путей.

Аварийное освещение предусматривается для службы приема, центрального диспетчерского пункта, узла связи, электрощитовых и постов охраны и составляет не менее 5 % от уровня рабочего освещения. Эвакуационное освещение выполняется в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 и ПУЭ-86.

1.7.6. Слаботочные и электронные системы и устройства

В гостиничном комплексе предусматривается устройство системы электрочасофикации для синхронизации времени во всех функциональных зонах здания.

Схемы распределительных телевизионных сетей, выполненные от входов приемных устройств или выходов усилителей домовой распределительной сети (ДРС) до входов телевизионных приемников, обеспечивают передачу сигнала с минимальными потерями и искажениями. Проектом предусмотрены закладные конструкции для установки и крепления телевизионных антенн.

Обеспечивается прием спутникового телевидения, а также закладывается возможность подключения к компьютерным сетям различного назначения и уровня доступа.

Точки подключения телевизионных приемников предусматриваются во всех жилых номерах гостиницы, а также во всех основных общественных помещениях.

Система телефонизации обеспечивает как прямую, так и опосредованную связь с городскими абонентами, а также включает внутренние сети телефонной и селекторной связи. Дополнительно предусматриваются системы поисковой связи персонала, селекторная связь для руководящего, технического и дежурного персонала, а также радиосвязь для охранных служб.

Жилые номера оснащаются средствами охранной сигнализации. Кроме того, в гостинице организуется система вызова обслуживающего персонала из номеров для повышения уровня сервиса и оперативности обслуживания.

1.8 Противопожарные мероприятия

В целях обеспечения пожарной безопасности в проекте предусмотрен комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, включающий:

- устройство автоматической пожарной сигнализации;
- автоматическое отключение систем вентиляции при возникновении пожара в помещениях;
- систему оповещения людей и управления эвакуацией с подачей звуковых сигналов тревоги;
- установку световых указателей эвакуационных выходов «Выход»;
- обеспечение внутренних помещений водой для пожаротушения через пожарные краны;
- организацию наружного пожаротушения с подачей воды от пожарных гидрантов;
- устройство систем противодымной защиты помещений и путей эвакуации;
- мероприятия по защите от статического электричества;
- выполнение молниезащиты здания в соответствии с требованиями Р 34.21.122-87.

Конструктивные и объемно-планировочные решения здания, а также применяемые отделочные материалы, обеспечивают предотвращение распространения пожара и локализацию его очага.

При эксплуатации здания все помещения подлежат обязательному оснащению огнетушителями и другими первичными средствами пожаротушения.

1.9 ТЭП здания

<i>N п/п</i>	<i>Показатели</i>	<i>Единица изм.</i>	<i>Площадь м²</i>
1	Строительный объем	м³	69120
2	Площадь застройки	м²	3400
3	Общая площадь	м²	16800
4	Площадь гостиницы	м²	7440
5	Площадь офисного центра	м²	9360

2. Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Конструктивная система каркаса

В конструктивной системе каркаса выделяются две основные подсистемы несущих конструкций: горизонтальные и вертикальные элементы.

Каркасные системы по способу обеспечения пространственной жесткости и геометрической неизменяемости подразделяются на рамные, связевые и рамно-связевые. В данном проекте принята рамно-связевая конструктивная схема.

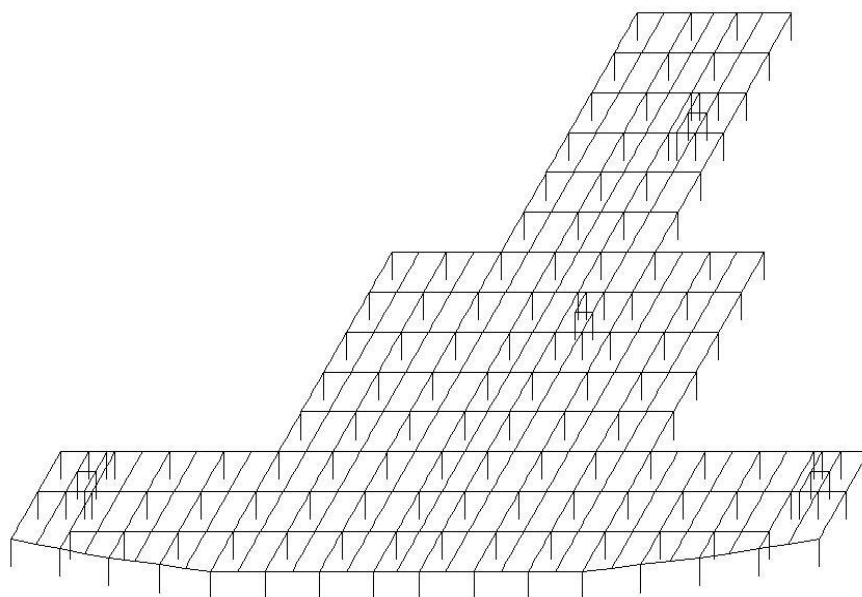
В поперечном направлении пространственная жесткость и устойчивость каркаса обеспечиваются жестким соединением ригелей с колоннами. Соединение колонн с фундаментами выполняется жестким защемлением, что повышает общую устойчивость конструкции.



В продольном направлении пространственная жесткость и устойчивость рамы обеспечиваются жестким защемлением колонн в фундаментах. При этом крепление прогонов к колоннам выполняется жестким, а к ригелям — шарнирным.

Принятый шаг колонн составляет: в продольном направлении — 6 м, в поперечном направлении — 6 м. Шаг прогонов принят равным 3 м.

Проектируемая конструкция представляет собой одноэтажную раму с двумя пролетами в поперечном направлении и пятью пролетами в продольном направлении. Расчетная схема принята в соответствии с указанной конструктивной компоновкой



2.2 Сбор нагрузок

На раму действуют следующие нагрузки:

- собственный вес покрытия и конструкций
- полезная на перекрытие
- снеговая нагрузка
- ветровая нагрузка

2.2.1 Собственный вес покрытия

Нагрузки от массы ограждающих и несущих конструкций покрытия принимаются как равномерно распределенные по поверхности.

Величины указанных нагрузок определяются на основании нормативных данных и приводятся в табличной форме.

№ п/п	Наименование нагрузки	Нормативна я, кН/м ²	Коэффицие нт, γ_f	Расчетная, кН/м ²
1	Гидроизоляционный ковер	0.04	1.2	0.048
2	Цементная стяжка	0.54	1.2	0.648
3	Утеплитель	0.023	1.2	0.027
4	Пароизоляция	0.04	1.2	0.048
5	Проф.лист	0.11	1.05	0.12
	Итого	0.753		0.891

2.2.2 Снеговая нагрузка

Снеговой район для г. Талдыкорган: 4. Полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяем по формуле: $S = S_g \mu \gamma_n$, где

S_g - расчетный вес снегового покрова на уровне поверхности земли,

$$S_g = 2.4 \text{ кН} / \text{м}^2$$

μ - коэффициент перехода от веса снегового земли к снеговой нагрузке на покрытие

γ_n - коэффициент надежности по назначению здания, $\gamma_n = 0.95$

Нормативное значение снеговой нагрузки

$$S_0 = S_g \cdot 0.7$$

$$S_0 = 2.4 \cdot 0.7 = 1.68 \text{ кН} / \text{м}^2$$

- для равномерно распределенной снеговой нагрузки, $\mu = 1$:

$$S = 2.4 \cdot 1 \cdot 0.95 = 2.28 \text{ кН} / \text{м}^2$$

- для случая снегового мешка: $\mu = 1 + \frac{1}{h}(m_1 l_1 + m_2 l_2)$, где

h - высота перепада, отсчитываемая от карниза верхнего покрытия до кровли нижнего и при значении более 8 м принимаемая при определении μ равной 8 м, $h = 18 \text{ м} > 8 \text{ м}$, $h = 8 \text{ м}$

m_1, m_2 - доли снега, переносимого ветром к перепаду высот, зависящие от профиля нижнего и верхнего покрытий, $m_1 = m_2 = 0.4$

А) l_1, l_2 - длины участков верхнего и нижнего покрытия, с которых переносится снег в зону перепада высот, $l_1 = 17 \text{ м}$, $l_2 = 66 \text{ м}$

$$\mu = 1 + \frac{1}{8}(0.4 \cdot 17 + 0.4 \cdot 66) = 5.15 > 4$$

$$\mu = 4$$

Длина зоны повышенных снегоотложений

Так как $\mu < \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 8}{1.68} = 9.52$, то

$$b = 2h$$

$$b = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

Коэффициент μ_1 определяется по формуле

$$\mu_1 = 1 - 2m_2$$

$$\mu_1 = 1 - 2 \cdot 0.4 = 0.2$$

$$S = 2.4 \cdot 4 \cdot 0.95 = 9.12 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$S_1 = 2.4 \cdot 0.2 \cdot 0.95 = 0.456 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Б) l_1, l_2 - длины участков верхнего и нижнего покрытия, с которых переносится снег в зону перепада высот, $l_1 = 18 \text{ м}$, $l_2 = 89 \text{ м}$

$$\mu = 1 + \frac{1}{8}(0.4 \cdot 18 + 0.4 \cdot 89) = 6.35 > 4$$

$$\mu = 4$$

Длина зоны повышенных снегоотложений

Так как $\mu < \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 8}{1.68} = 9.52$, то

$$b = 2h$$

$$b = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

Коэффициент μ_1 определяется по формуле

$$\mu_1 = 1 - 2m_2$$

$$\mu_1 = 1 - 2 \cdot 0.4 = 0.2$$

$$S = 2.4 \cdot 4 \cdot 0.95 = 9.12 \text{ кН / м}^2$$

$$S_1 = 2.4 \cdot 0.2 \cdot 0.95 = 0.456 \text{ кН / м}^2$$

2.2.3 Ветровая нагрузка

Ветровой район для г. Талдыкорган: III. Расчетное значения погонной ветровой нагрузки следует определять по формуле: $q = w_f \cdot B \cdot \gamma_{fp}, \frac{\text{кН}}{\text{м}}$, где

w_0 - нормативное значение ветрового давления, $w_0 = 0.38 \text{ кН / м}^2$

k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте.

Для типа местности В $k_5 = 0.5$

c - аэродинамический коэффициент (наветренная сторона - $c=+0.8$; подветренная - $c = -0.6$).

γ_{fp} – коэффициент надежности по нагрузки ($\gamma_{fp}=1.4$).

$z, \text{ м}$	$w_0, \text{ кПа}$	$c_{\text{нав}}$	$c_{\text{под}}$	γ_{fp}	k	$q_{\text{нав}}, \frac{\text{кН}}{\text{м}}$	$q_{\text{под}}, \frac{\text{кН}}{\text{м}}$
0	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.50	0.77	0.57
3.6	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.50	0.77	0.57
7.2	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.58	0.895	0.67
10.8	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.66	1.02	0.765
14.4	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.74	1.13	0.85
18	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.81	1.24	0.93
21.6	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.87	1.33	1
24.6	0.38	+0.8	-0.6	1.4	0.9	1.39	1.04

2.2.4 Полезная на перекрытие

В соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85 для обслуживающих площадок, мостиков и ограждений крыш, предназначенных для кратковременного пребывания людей, нормативное значение горизонтальной сосредоточенной нагрузки на поручни перил принимается равным 0,3 кН (30 кгс), приложенной в любом месте по длине поручня.

Для расчётных нагрузок принимается коэффициент надёжности по нагрузке в соответствии с действующими нормативными требованиями $\gamma_t=1,2$.

Здания и помещения	Нормативные значения нагрузок p , кПа (кгс/м ²)	
	полное	пониженное
1. К данной категории относятся квартиры жилых зданий; спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха, пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев, а также террасы	1,5 (150)	0,3 (30)
2. К категории служебных помещений относятся помещения административного, инженерно-технического и научного персонала организаций и учреждений; учебные классы учреждений образования; а также бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, санитарные узлы) промышленных предприятий и общественных зданий, и сооружений.	2,0 (200)	0,7 (70)
3. К залам относятся: а) обеденные залы (в кафе, ресторанах, столовых); б) залы собраний и совещаний, ожидания, зрительные и концертные залы, спортивные помещения	3,0 (300) 4,0 (400)	1,0 (100) 1,4 (140)
4. К данной категории относятся вестибюли, фойе, коридоры и лестничные клетки (с примыкающими проходами), расположенные в составе помещений, указанных в пунктах: а) 1, 2 б) 3	3,0 (300) 4,0 (400)	1,0 (100) 1,4 (140)

2.3 Расчет конструкций

Внутренние усилия в балках определены по результатам статического расчёта пространственной рамы, выполненного с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 9.4.

Результаты расчётных сочетаний усилий (PCY) приведены в табличной форме в приложении к проекту.

2.3.1 Расчет стального профилированного настила

В качестве несъёмной опалубки и внешней рабочей арматуры используется профилированный стальной лист.

Стальной профилированный настил в период бетонирования воспринимает нагрузку от бетонной смеси как опалубочный элемент. После набора бетоном проектной прочности за счёт анкерных элементов обеспечивается совместная работа профнастила и железобетонной плиты, при которой конструкция воспринимает эксплуатационные нагрузки как единое сечение.

Приведённая толщина бетона в плите принимается равной 80 мм. Расчётная схема работы стального профилированного настила (СПН) принята многопролётной.

В качестве настила принят профилированный лист СПН 75-750-0.9 из стали Сталь С235, длиной пролёта 6 м при шаге прогонов 3 м. Армирование над опорами плиты принято 8Ø10 А-III на 1 м, анкеровка выполняется в каждом гофре стержнями Ø16 А-III.

Геометрические характеристики профилированного настила приведены в расчёте (на 1 м)

$$W_{x1} = 30.2 \text{ см}^3$$

$$W_{x2} = 31.6 \text{ см}^3$$

$$I_x = 129.6 \text{ см}^4$$

Ориентируем СПН широкими гофрами вниз.

Опорный момент в профлисте на 1м ширины.

$$M_{on} = (q + p)l_n^2 / 12 = 2.53 \cdot 3^2 / 12 = 1.9 \text{ кН} \cdot \text{м} , \text{ где}$$

$$(q + p) = 0.08 \cdot 25 \cdot 1.2 + 0.125 \cdot 1.05 = 2.53 \text{ кН} / \text{м}$$

$$\text{Прочность сечения профлиста: } \sigma = 1.9 \cdot 10^2 / 30.2 = 6.29 \text{ кН} / \text{см}^2 \leq 22 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Прочность на срез при количестве гофров в полосе шириной 1м-5штук.

$$Q = 1.9 \cdot 3 \cdot 0.5 / 2 \cdot 5 = 0.285 \text{ кН} ; \tau = 0.285 / 7.5 \cdot 0.09 = 0.42 \text{ кН} / \text{см}^2 \leq 13 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Местную устойчивость стенок гофра на опоре

$$\sigma = 6.29 \text{ кН} / \text{см}^2 , \sigma_{loc} = 0.285 / 0.09 \cdot 11.25 = 0.281 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Ширина полки прогона равна 140мм: $\sigma_{cr} = 3.04 \cdot 1 \cdot (1000 \cdot 0.09 / 5.24)^2 = 709 \text{ кН} / \text{см}^2$

$$h_0 = 6 - 2(0.3 + 0.09) = 5.24 ; k_2 = 0.106 ; \sigma_{loc,cr} = 26.2 \cdot 0.106 \sqrt{22} = 13 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\frac{6.29}{709} + \frac{0.281}{13} = 0.03 \leq 1 , \text{ устойчивость гофров обеспечена.}$$

2.3.2 Расчет прогонов

Прогоны воспринимают снеговую нагрузку, вес покрытия и его конструкций.

Материал прогонов – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Вначале выполним предварительный подбор сечения балки без учета ее собственного веса. Расчетная погонная нагрузка на балку

$$q = p_n \gamma_{fp} + q_n \gamma_{fq} = 9 \cdot 1.2 + 7.59 = 18.39 \text{ кН} / \text{м} , \text{ где}$$

p_n - временная, полезная на перекрытие

q_n - постоянная от веса перекрытие

$\gamma_{fp} = 1.2 , \gamma_{fq} = 1.05$ - коэффициенты надежности по нагрузке для временной и постоянной нагрузок.

Изгибающий момент и требуемый момент сопротивления будут равны

$$M_{\max} = ql^2 / 8 = 18.39 \cdot 6^2 / 8 = 82.755 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$W_{\text{ред}} = M_{\max} / c_1 R_y \gamma_c = 82.755 \cdot 10^2 / 1.12 \cdot 24 = 307.86 \text{ см}^3$$

Назначаем двутавр 30Б1

$$A = 41.92 \text{ см}^2$$

$$W_x = 427 \text{ см}^3$$

$$I_x = 6328 \text{ см}^4$$

$$i = 12.29 \text{ см}$$

Нагрузка от собственного веса балки составит: $q_{\text{нб}} = 32.9 \cdot 9.81 \cdot 10^{-3} = 0.323 \text{ кН} / \text{м}$

При расчетной нагрузке на балку: $q = 18.39 + 0.323 \cdot 1.05 = 18.73 \text{ кН} / \text{м}$, тогда

$$M_{\max} = ql^2 / 8 = 18.73 \cdot 6^2 / 8 = 84.285 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{\max} = ql / 2 = 18.73 \cdot 6 / 2 = 56.19 \text{ кН}$$

Проверка несущей способности балки:

А) прочности

$$\frac{M_{\max}}{c_1 W R_y \gamma_c} = \frac{84.285 \cdot 10^2}{1.1 \cdot 427 \cdot 24} = 0.747 \leq 1; \quad \frac{Q_{\max} S}{I_x t_w R_s \gamma_c} = \frac{56.19 \cdot 240}{6328 \cdot 0.85 \cdot 13.92} = 0.208 \leq 1$$

Б) Общей устойчивости – общая устойчивость балки обеспечена настилом, опирающимся на ее сжатый пояс.

В) местной устойчивости – местную устойчивость прокатных балок не проверяют.

Проверка жесткости балки:

$$f = \frac{M_{n \max} l^2}{9.6 EI} = \frac{73.8 \cdot 10^2 \cdot 600^2}{9.6 \cdot 2.06 \cdot 10^4 \cdot 6328} = 2.12 \text{ см} \leq f_u, \text{ где}$$

$$M_{n \max} = q_n l^2 / 8 = 15.698 \cdot 6^2 / 8 = 73.8 \text{ кН} \cdot \text{м} - \text{момент от нормативной нагрузки}$$

$$f_u = \frac{l}{200} = 3 \text{ см}. \text{ Жесткость балки обеспечена.}$$

2.3.3 Расчет ригелей

Ригели воспринимают нагрузку, передаваемую прогонами.

Материал ригелей – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 10 \text{ кН}$$

$$M = 195 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 130 \text{ кН}$$

Предварительно принимаем сечение 50Б1 со следующими геометрическими характеристиками:

$$A = 92.98 \text{ см}^2$$

$$W_x = 1511 \text{ см}^3$$

$$I_x = 37160 \text{ см}^4$$

$$i = 19.99 \text{ см}$$

Определяем эксцентриситет: $e = M / N$, где: M, N - расчетные усилия

$$e = 195 / 10 = 19.5 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет: $m = eA / W$, где

e - эксцентриситет, $e = 1950 \text{ см}$

A - площадь поперечного сечения, $A = 92.98 \text{ см}^2$

W - момент сопротивления наиболее сжатых волокон, $W = 1511 \text{ см}^3$

$$m = 1950 \cdot 92.98 / 1511 = 120$$

Так как $m \geq 20$, то требуется проверка не только на прочность, но и на устойчивость. Проверяем выполнение условия:

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M}{c W R_y \gamma_c} \leq 1, \text{ где}$$

M, N - расчетные усилия

n, c - коэффициенты, $n = 1.5, c = 1.09$

$$\left(\frac{10}{92.98 \cdot 10^{-4} \cdot 240 \cdot 10^3} \right)^{1.5} + \frac{195}{1.09 \cdot 1511 \cdot 10^{-6} \cdot 240 \cdot 10^3} = 0.493 < 1$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} S}{I_x t_w R_s \gamma_c} = \frac{130 \cdot 860.4}{37160 \cdot 1.2 \cdot 13.92} = 0.209 \leq 1$$

Условие прочности выполняется, следовательно, несущая способность элемента обеспечена.

Поскольку все расчётные условия удовлетворяются нормативным требованиям, окончательно принимается сечение 50Б1.

Потеря общей устойчивости балки возможна в случае отсутствия закрепления сжатого пояса в поперечном направлении при достижении критических напряжений. В рассматриваемом случае ригель имеет раскрепление прогонами с шагом 3 м, что обеспечивает устойчивость конструкции.

Для проверки общей устойчивости определяется отношение расстояния между точками закрепления сжатого пояса к ширине пояса балки: $l_0 / b = 3 / 0.2 = 15$

l_0 - расстояние между точками закрепления, $l_0 = 3 \text{ м}$

b - ширина сжатого пояса, $b = 0.2 \text{ м}$

$h / b = 0.492 / 0.2 = 2.46$, где

h - расстояние между осями поясов

$1 < h / b = 2.46 < 6$; $b / t = 0.2 / 0.012 = 16.7$, где

t - толщина сжатого пояса, $t = 0.012 \text{ м}$

Максимальное отношение

$$(l_0 / b)_{\max} = [0.42 + 0.0032b / t + (0.92 - 0.02b / t)b / h] \times \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$(l_0 / b)_{\max} = [0.41 + 0.0032 \cdot 16.7 + (0.73 - 0.016 \cdot 16.7) \cdot 0.427] \times \sqrt{\frac{2.06 \cdot 10^5}{240}} = 16.57$$

$$l_0 / b = 15 < (l_0 / b)_{\max} = 16.57$$

Проверка ригеля на общую устойчивость не требуется, так как условия закрепления сжатого пояса обеспечивают необходимую пространственную жесткость элемента.

Далее определяется необходимость установки ребер жесткости по следующей расчетной формуле

$$\bar{\lambda}_w = h_w / t_w \sqrt{R_y / E}, \text{ где}$$

$$h_w, t_w - \text{высота и толщина стенки, } h_w = 0.492 \text{ м}, t_w = 0.012 \text{ м}$$

$$\bar{\lambda}_w = 0.492 / 0.012 \sqrt{0.24 / 206} = 1.4 < 3.2$$

Поперечные ребра по расчету не требуются.

Проверяем прогибы

$$f < [f] = (1/150)l$$

$$f = 0.0333 \text{ м} < (1/150) \cdot 6 = 0.04 \text{ м}$$

2.3.4 Расчет колонн одноэтажной части гостиницы

Материал колонн – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Предварительно принимаем сечение 26К1 со следующими геометрическими характеристиками:

$$A = 83.08 \text{ см}^2$$

$$W_x = 809 \text{ см}^3$$

$$I_x = 10300 \text{ см}^4$$

$$i_x = 11.14 \text{ см}$$

$$W_y = 271 \text{ см}^3$$

$$I_y = 3517 \text{ см}^4$$

$$i_y = 6.51 \text{ см}$$

2.3.4.1 Расчет на изгиб в плоскости наибольшей жесткости

Из РСУ, вычисленного на ПК «Лира», получены следующие расчетные усилия:

$$N = 496 \text{ кН}$$

$$M = 75 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 31 \text{ кН}$$

Определяем эксцентриситет: $e = M / N$, где: M, N - расчетные усилия

$$e = 75 / 496 = 0.15 \text{ м}$$

Определяем относительный эксцентриситет: $m = eA / W$, где

$$e - \text{эксцентриситет, } e = 15 \text{ см}$$

$$A - \text{площадь поперечного сечения, } A = 83.08 \text{ см}^2$$

W - момент сопротивления наиболее сжатых волокон, $W = 809 \text{ см}^3$

$$m = 15 \cdot 83.08 / 809 = 1.54$$

Коэффициент приведения расчетной длины определяем по формуле

$$\mu = \sqrt{\frac{n+0.56}{n+0.14}}, \text{ где}$$

$I_{p1} = I_{p2} = 37160 \text{ см}^4$ - моменты инерции сечений ригелей

$I_k = 10300 \text{ см}^4$ - момент инерции сечения колонны

$$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k+1}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{I_{p1} \cdot l_k}{l_{p1} \cdot I_k}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{37160 \cdot 360}{600 \cdot 10300} = 2.165$$

$$n = \frac{2(2.165 + 2.165)}{2+1} = 2.89$$

k - число пролетов, $k = 2$

$$\mu = \sqrt{\frac{2.89+0.56}{2.89+0.14}} = 1.1$$

Тогда расчетная длина: $l_{ef} = \mu \cdot l$, где

μ - коэффициент приведения расчетной длины, $\mu = 1.1$

l - длина колонны, $l = 3.6 \text{ м} = 360 \text{ см}$

$$l_{ef} = 1.1 \cdot 360 = 396 \text{ см}$$

Определяем гибкость: $\lambda = l_{ef} / i_x$, где

l_{ef} - расчетная длина, $l_{ef} = 396 \text{ см}$

i_x - радиус инерции сечения, $i_x = 11.14 \text{ см}$

$$\lambda = 396 / 11.14 = 35.55$$

Условная гибкость: $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$, где: λ - гибкость, $\lambda = 35.55$

E - модуль упругости стали, $E = 2.06 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

$$\bar{\lambda} = 35.55 \sqrt{240 / 206000} = 1.21$$

Определяем коэффициент влияния формы сечения

$$\eta = (1.9 - 0.1m) - 0.02(6 - m)\bar{\lambda}$$

$$\eta = (1.9 - 0.1 \cdot 1.54) - 0.02(6 - 1.54)1.21 = 1.64$$

Приведенный относительный эксцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.64 \cdot 1.54 = 2.5$$

Коэффициент φ_e определяется в зависимости от значения приведённого относительного эксцентриситета и условной гибкости элемента: $\varphi_e = 0.411$

Далее выполняется проверка устойчивости элемента в плоскости действия изгибающего момента

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

$$496 / 0.411 \cdot 83.08 \cdot 10^{-4} = 145.3 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

Проверка элемента на прочность не выполняется, поскольку ослабления поперечного сечения отсутствуют, а значения изгибающих моментов, принимаемые при расчётах на прочность и устойчивость, являются одинаковыми.

2.3.4.2 Расчет на изгиб в плоскости наименьшей жесткости

Проверка напряжений колонны из плоскости действия момента.

Напряжение вычисляется из условия расчета колонны на устойчивость из плоскости действия момента при изгибе. $\frac{N}{c \varphi_y A} \leq R_y \gamma_c$

где φ_y – коэффициент принимаемый в зависимости от расчетного сопротивления стали и гибкости элемента.

$$\text{Гибкость элемента: } \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} \quad l_y = \frac{36}{0.651} = 55.3$$

По табл.72 [3] в зависимости от расчетного сопротивления стали $R_y=240 \text{ МПа}$ и гибкости λ_y определяем $\varphi_y=0.828$

c – коэффициент, вычисляемый в зависимости от относительного эксцентриситета m_x .

$$c = \frac{1}{1 + a \cdot m_x};$$

$$M'_2 = \frac{2}{3} \cdot M, \text{ кНм}$$

$$M'_2 = \frac{2}{3} \cdot 75 = 50, \text{ кНм}$$

$$m_x = \frac{e'_x}{\rho} = \frac{M'_2}{N \cdot \rho}$$

$$m_x = \frac{50}{496 \cdot 0.326} = 0.31$$

Ядровое расстояние:

$$r = \frac{W_c}{A} = 0.326 \text{ м}$$

α - коэффициент, определяемые в зависимости от m_x .

При $m_x < 1 \Rightarrow \alpha = 0.7$.

β - коэффициент, определяемые в зависимости от λ_c .

$$\lambda_c = 3.14 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\lambda_c = 3.14 \cdot \sqrt{\frac{2.06 \cdot 10^8}{240 \cdot 10^3}} = 92$$

При $\lambda_y \leq \lambda_c$ коэффициент $\beta=1$.

$$c = \frac{1}{1 + 0.7 \cdot 0.31} = 0.82$$

$$\frac{496}{0.82 \cdot 0.828 \cdot 83.08 \cdot 10^{-4}} = 112.7 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2 < 240 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$$

Условие выполняется.

2.4 Расчет узлов рамы

2.4.1 Расчет базы колонн одноэтажной части гостиничного комплекса

$$N = 496 \text{ кН}$$

$$M = 75 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 31 \text{ кН}$$

Материал фундамента: бетон класса В20. ($R_b' = 1.15 \text{ кН} / \text{см}^2$)

По конструктивным соображениям принимаем ширину опорной плиты $B = b_f + 2c$, где

$$b_f - \text{ширина полки колонны, } b_f = 0.26 \text{ м}$$

$$c - \text{вылет консоли плиты, } c = 0.06 \text{ м}$$

$$B = 26 + 2 \cdot (1 + 6) = 40 \text{ см}$$

Принимаем в соответствии с ГОСТ 82-70* $B = 0.4 \text{ м}$

Определяем длину плиты: $L = N_1 / (2BR_b') + \sqrt{N_1^2 / (2BR_b')^2 + 6M_1 / (BR_b')}$, где

R_b' - расчетное сопротивление бетона фундамента; $R_b' = \varphi_b R_b \approx 1.3 R_b$

R_b - расчетное сопротивление бетона фундамента сжатию, $R_b = 11.5 \text{ МПа}$

$$R_b' = 1.2 \cdot 1.15 = 13.8 \text{ МПа}$$

$$L = 496 / (2 \cdot 0.4 \cdot 13.8) + \sqrt{496^2 / (2 \cdot 0.4 \cdot 13.8)^2 + 6 \cdot 75 / (0.4 \cdot 13.8)} = 14.17 \text{ см}$$

Принимаем длину плиты: $L = 0.4 \text{ м} > L_{\text{мп}} = 0.14 \text{ м}$

Вычисляем крайевые напряжения в бетоне

$$\sigma_{\text{max},1} = N_1 / (BL) + 6M_1 / (BL^2)$$

$$\sigma_{\text{max},1} = 496 / (0.4 \cdot 0.4) + 6 \cdot 75 / (0.4 \cdot 0.4^2) = 10.13 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{min}} = N_1 / (BL) - 6M_1 / (BL^2)$$

$$\sigma_{\text{min}} = 496 / (0.4 \cdot 0.4) - 6 \cdot 75 / (0.4 \cdot 0.4^2) = -1.93 \text{ МПа}$$

Назначаем размеры фундамента 0.6x0.6 м и уточняем коэффициент φ_b :

$$\varphi_b = \sqrt[3]{A_f / A_{pl}}, \text{ где}$$

$$A_f - \text{площадь фундамента, } A_f = 0.6 \cdot 0.6 = 0.36 \text{ м}^2$$

$$A_{pl} - \text{площадь плиты, } A_{pl} = 0.4 \cdot 0.4 = 0.16 \text{ м}^2$$

$$\varphi_b = \sqrt[3]{0.36 / 0.16} = 1.31$$

В этом случае: $R_b' = 1.31 \cdot 1.15 = 15 \text{ МПа}$; $R_b' > \sigma_{\text{max}}$

Участок 1. Плита опирается на четыре стороны. Отношение сторон

$$a = (26 - 0.8) / 2 = 12.6 \text{ см}; \quad b = 23.1 \text{ см}; \quad \frac{b}{a} = \frac{23.1}{12.6} = 1.83$$

Коэффициент: $\alpha_1 = 0.095$

Изгибающий момент:

$$M_1 = \alpha_1 \sigma_{\text{max}} a^2$$

$$M_1 = 0.095 \cdot 10.13 \cdot 0.126^2 = 15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Участок 2. Плита опирается на три стороны. Отношение сторон

$$\frac{b}{a} = \frac{7.25}{26} = 0.28$$

Коэффициент: $\beta_1 = 0.06$

$$M_2 = \beta \sigma_{\max} a_1^2$$

$$M_2 = 0.06 \cdot 10.13 \cdot 0.26^2 = 41 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Участок 3. Плита на этом участке работает как консольный элемент.

Отношение сторон

Изгибающий момент

$$M_2 = \sigma_{\max} a_2^2 / 2$$

$$M_2 = 10.13 \cdot 0.06^2 / 2 = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Толщину опорной плиты определяем по наибольшему моменту

$$M_2 = 41 \text{ кН} \cdot \text{м} :$$

$$t_{pl} = \sqrt{6M_2 / R_y}$$

$$t_{pl} = \sqrt{6 \cdot 41 / 24} = 3.2 \text{ см}$$

Принимаем толщину плиты 32мм.

Расчет траверсы

Необходимая высота траверсы при четырех сварных швах с катетом k_f = 6мм., прикрепляющих листы траверсы к полкам колонны

$$h_t = N / (4k_f (\beta_f R_{wf} \gamma_{wf})_{\min} \gamma_c + 1 \text{ см}) = 496 / (4 \cdot 0.7 \cdot 0.6 \cdot 18 \cdot 1) + 1 = 17.4$$

Принимаем высоту траверсы равной 20см и производим проверку прочности траверсы на изгиб и на срез.

$$q = \sigma_f (a_2 / 2 + t + c) = 1.013(26 / 2 + 1 + 6) = 20.26 \text{ кН} / \text{см}$$

Изгибающий момент в месте приварки траверсы к колонне

$$M_t = qb_2^2 / 2 = 20.26 \cdot 7.25^2 / 2 = 532.46 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Поперечная сила: $Q_t = qb_2 = 20.26 \cdot 7.25 = 146.9 \text{ кН}$

Момент сопротивления листа траверсы: $W_t = th^2 / 6 = 20^2 / 6 = 67 \text{ см}^3$

Условие прочности по нормальным напряжениям

$$M_t / (WR_y \gamma_c) = 532 / (67 \cdot 24) = 0.33 \leq 1$$

Условие прочности по касательным напряжениям

$$Q_t / (thR_s \gamma_c) = 146.9 / (20 \cdot 13.9) = 0.53 \leq 1$$

Требуемый катет швов крепления траверсы к плите

$$k_f \geq qL / 0.7(L + 2b)R_{wf} = 20.26 \cdot 40 / 0.7(40 + 2 \cdot 7.25)18 = 1.18 \text{ см}$$

Принимаем катет швов крепления к опорной плите траверс и ребер k_f = 12мм.

2.4.1.2 Расчет анкерных болтов

Определяем усилия в анкерных болтах: $F_{\sigma} = (\sigma_{\min} \cdot B \cdot a / 2) / c$, где

a - длина эпюры растяжения, $a = 0.12 \text{ м}$

c - расстояние от оси анкерного болта до центра тяжести эпюры сжатия,

$$c = 0.323 \text{ м}$$

$$F_{\sigma} = (1.93 \cdot 0.6 \cdot 0.12 / 2) / 0.323 = 215 \text{ кН}$$

Тогда площадь сечения нетто одного анкерного болта: $A_n = F_{\sigma} / (nR_{ba})$, где

n - число анкерных болтов в растянутой зоне, принимаем $n = 2$
 F_{σ} - усилие, воспринимаемое анкерным болтом, $F_{\sigma} = 215/2 = 107.5 \text{ кН}$
 R_{ba} - расчетное сопротивление анкерных болтов растяжению,
 $R_{ba} = 185 \text{ МПа}$
 $A_n = 107.5/185 = 5.56 \text{ см}^2$
 Принимаем болты диаметром $d = 30 \text{ мм}$ площадью нетто $A_n = 5.6 \text{ см}^2$

2.4.2 Крепление прогонов к колонне 26К1

Проектируется жесткое примыкание балок к колонне.

Расчетные усилия для балки 30Б1 принимаются следующими:

$$N_1 = -0.5 \text{ тс};$$

$$M_1 = -8.5 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$Q_1 = -5.62 \text{ тс}.$$

В качестве монтажных соединений принимаются болты М16 класса точности С.

Толщина опорных ребер, накладок и опорных столиков конструктивно принимается равной $t = 12 \text{ мм}$. Монтажную сварку следует выполнять электродами ГОСТ 9467-75 марки Э42.

Накладки, предназначенные для крепления стенок балок к колонне, привариваются угловыми фланговыми швами с катетом шва $k_f = 6 \text{ мм}$. Для остальных сварных соединений принимается катет шва $k_f = 8 \text{ мм}$.

Изгибающий момент между элементами балки (полками и стенкой) распределяется пропорционально их жесткостным характеристикам:

$$- \text{ момент в полках } M_n = M \frac{I_n}{I};$$

$$- \text{ момент в стенке } M_{cm} = M \frac{I_{cm}}{I}, \text{ где}$$

I_n, I_{cm} — моменты инерции полок и стенки соответственно;

I — момент инерции всего сечения балки;

M — опорный момент в балке.

Прогон (сечение 30Б1)

Моменты инерции

$$- \text{ всего сечения } I = 6328 \text{ см}^4;$$

$$- \text{ полка } I_{1,n} = \frac{14 \cdot 0.85^3}{12} + 2 \cdot 14 \cdot 0.85 \cdot 14.85^2 = 5249.15 \text{ см}^4;$$

$$- \text{ стенки } I_{1,cm} = 6328 - 5249.15 = 1078.85 \text{ см}^4.$$

$$- \text{ момент в полках } M_{1,n} = 8.5 \cdot \frac{5249.15}{6328} = 18.073 \cdot 0.829 = 7.05 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$- \text{ момент в стенке } M_{1,cm} = 8.5 \cdot \frac{1078.85}{6328} = 8.5 \cdot 0.17 = 1.45 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Расчет горизонтальных накладок («рыбок») выполняется с учетом восприятия изгибающих моментов, передаваемых от поясов балки на колонну.

Опорные изгибающие моменты уравниваются парой горизонтальных сил H , приложенных на уровне верхнего и нижнего поясов

балки. Благодаря этому обеспечивается передача усилий от балки к колонне и совместная работа элементов узла сопряжения (см. рис.27): $H = \frac{M_n}{h}$,

$$H_1 = \frac{M_{1,n}}{h_1} = \frac{705000}{29.6} = 23817.6 \text{ кгс};$$

Верхняя “рыбка”

Расчетное усилие $H_{1,g} = H_1 - \frac{N_1}{2} = 23817.6 - \frac{1000}{2} = 23317.6 \text{ кгс}$, расчетное сечение $200 \times 12 \text{ мм}$.

Напряжения (см. формулу 5 [5]):

$$\sigma_{1,g} = \frac{H_{1,g}}{A_{1,g}} = \frac{23317.6}{20 \cdot 1,2} = 971.6 \text{ кгс/см}^2 < R_y \gamma_c = 2400 \cdot 0,95 = 2280 \text{ кгс/см}^2.$$

Нижняя “рыбка”

Расчетное усилие $H_{1,n} = H_1 + \frac{N_1}{2} = 23817.6 + \frac{1000}{2} = 24317.6 \text{ кгс}$, расчетное сечение $200 \times 12 \text{ мм}$.

Напряжения (см. формулу 5 [5]):

$$\sigma_{1,n} = \frac{H_{1,n}}{A_{1,n}} = \frac{24317.6}{20 \cdot 1,2} = 1013.3 \text{ кгс/см}^2 < R_y \gamma_c = 2400 \cdot 0,95 = 2280 \text{ кгс/см}^2.$$

Стыковые швы, прикрепляющие “рыбку” к колонне, рассчитываем на растяжение силой Н:

$$\sigma_{w1,b} = H_{1,b} / (t l_w) \leq R_{wy} \gamma_c, \text{ (см. формулу 119 [5]), где}$$

t — толщина “рыбки” $t = 12 \text{ мм}$;

l_w — расчетная длина шва, $l_w = l - 2t = 200 - 2 \cdot 12 = 176 \text{ мм}$.

R_{wy} — расчетное сопротивление шва растяжению, $R_{wy} = 0,85 R_y = 0,85 \cdot 2400 = 2040 \text{ кгс/см}^2$ (см. табл.3 и 51* [5]);

γ_c — коэффициент условий работы, $\gamma_c = 0,95$ (см. табл.6* [5]).

Проверка напряжений

$$\sigma_{w1,g} = \frac{H_{1,g}}{t \cdot l_w} = \frac{23317.6}{1,2 \cdot 17,6} = 1104 \text{ кгс/см}^2 < R_{wf} \gamma_c = 2040 \cdot 0,95 = 1938 \text{ кгс/см}^2.$$

Фланговые швы, прикрепляющие “рыбку” к балке, рассчитываем на срез силой Н по двум сечениям:

– по металлу шва $\tau_{1,f} = H_{1,n} / (2 \beta_f k_f l_w) \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c$ (см. формулу 120 [5]);

– по металлу границы сплавления $\tau_{1,z} = H_{1,n} / (2 \beta_z k_f l_w) \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c$ (см. формулу 121 [5]),

l_w — расчетная длина шва, $l_w = l - 10 = 300 - 10 = 290 \text{ мм}$;

k_f — катет шва $k_f = 8 \text{ мм}$.

$$\tau_{1,f} = \frac{H_{1,n}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w} = \frac{24317.6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 29} = 998.3 \text{ кгс/см}^2 <$$

$$R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 1850 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1755 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\tau_{1,z} = \frac{H_{1,n}}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot l_w} = \frac{24317.6}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 29} = 698.8 \text{ кгс/см}^2 < R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1710 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1625 \text{ кгс/см}^2.$$

Прочность “рыбки” и сварных швов обеспечена.

Напряжения по металлу шва:

$$\tau_Q = \frac{Q_1}{2\beta_f k_f l_w} = \frac{5620}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 28} = 238.95 \text{ кгс/см}^2,$$

$$\tau_M = \frac{M_{1,cm}}{2\beta_f k_f l_w^2} = \frac{145000}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 28^2} = 220.18 \text{ кгс/см}^2;$$

– по металлу границы сплавления:

$$\tau_Q = \frac{Q_1}{2\beta_z k_f l_w} = \frac{5620}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 28} = 167.3 \text{ кгс/см}^2,$$

$$\tau_M = \frac{M_{1,cm}}{2k_f \beta_z l_w^2} = \frac{145000}{2 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 28^2} = 154.13 \text{ кгс/см}^2,$$

Где: l_w — расчетная длина шва, $l_w = l - 10 = 290 - 10 = 280$ мм;

k_f — катет шва $k_f = 6$ мм.

Проверка напряжений:

– по металлу шва:

$$\tau = \sqrt{238.95^2 + 220.18^2} = 325 \text{ кгс/см}^2 < R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 1850 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1755 \text{ кгс/см}^2;$$

– по металлу границы сплавления:

$$\tau = \sqrt{167.3^2 + 154.13^2} = 227.5 \text{ кгс/см}^2 < R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1710 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1625 \text{ кгс/см}^2.$$

Прочность сварных швов обеспечена.

2.5 Расчет и конструирование фермы

Сбор нагрузок, действующих на ферму и прогоны

При расчёте ссылаемся на:

- НТП РК 01-01-3.1-2017 “Нагрузки и воздействия”;

- приложение 5 к СНиП 2.01.07-85 “Карты районирования территории Казахстана по климатическим характеристикам”

1) Нагрузка от собственного веса на 1м^2 покрытия:

№ п/п	Наименование нагрузки	Нормативная, кН/м ²	Коэффициент, γ_f	Расчетная, кН/м ²
1	Сэндвич панели	0.8	1.3	1.04
2	Прогон	0.08	1.05	0.084
	Итого	0.88		1.124

2) Снеговая нагрузка:

Снеговая нагрузка принимается равномерно распределённой по всей длине прогона.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяется по установленной нормативной формуле: $S = S_q \cdot \mu$

где S_q – вес снегового покрытия на 1м^2 горизонтальной поверхности земли. Для III региона: $S_q = 2.4\text{кН}$. (согласно п.п. 5.2).

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, $\mu = 1$ при $\alpha \leq 25^\circ$ (согласно п.п. 5.3, - 5.6).

$$S = 1 \cdot 2.4 = 2.4 \text{ кН}$$

Нормативное значение снеговой нагрузки: $P = S \cdot \gamma_f = 2.4 / 1.4 = 1.71 \text{ кН}$,

где $\gamma_f = 1.4$ – коэффициент надежности по нагрузке

2.5.1. Расчет прогона

Прогонны воспринимают снеговую нагрузку, а также собственный вес покрытия и всех входящих в его состав конструктивных элементов.

Материал прогонов – сталь С245 со следующими характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Расчетная равномерно распределенная нагрузка на прогон

$$q_p = (p_n + q_n) \cdot 3 = (0.975 + 3.36) \cdot 3 = 13 \text{ кН / м}, \text{ где}$$

Нормативная равномерно распределенная нагрузка на прогон

$$q_n = (p_n + q_n) \cdot 3 = (0.833 + 2.4) \cdot 3 = 9.699 \text{ кН / м}$$

Изгибающий момент и требуемый момент сопротивления будут равны

$$M_{\max} = q l^2 / 8 = 13 \cdot 6^2 / 8 = 58.5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$W_{\text{red}} = M_{\max} / c_1 R_y \gamma_c = 58.5 \cdot 10^2 / 1 \cdot 24 = 243.75 \text{ см}^3$$

Назначаем по сортаменту прокатный №24 швеллер по ГОСТ 8240-93

$$A = 30.6 \text{ см}^2$$

$$W_x = 242 \text{ см}^3$$

$$I_x = 2900 \text{ см}^4$$

$$i = 9.73 \text{ см}$$

Проверяем прогон на прогиб

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0.09699 \cdot 600^3}{2.06 \cdot 10^4 \cdot 2900} = \frac{1}{219} \leq \frac{1}{200}, \text{ где: Жесткость прогона обеспечена.}$$

2.5.2. Расчет фермы

В целях унификации поясов принимается одинаковое сечение по всей длине пролёта. На основании действующих усилий подбираются расчетные сечения элементов.

Сечения растянутых элементов назначаются таким образом, чтобы возникающие от внешних воздействий напряжения не превышали расчётного сопротивления материала.

Сечения сжатых элементов подбираются из условия недопущения превышения критических напряжений.

Проверка несущей способности выполняется в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Растянутые элементы:

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y} \rightarrow \text{профиль} \rightarrow A_{факт} \rightarrow \sigma = \frac{N}{A_{факт}} \leq R_y$$

Сжатые элементы:

На первом этапе ориентировочно принимается коэффициент продольного изгиба $\varphi_0 = 0.7 - 0.8$. На его основе определяется требуемая площадь поперечного сечения элемента.

Далее по сортаменту подбирается соответствующий профиль, после чего для принятого сечения определяются радиусы инерции относительно главных осей. На основании полученных значений вычисляются гибкости в двух направлениях.

По максимальному значению гибкости уточняется фактический коэффициент продольного изгиба и выполняется окончательная проверка несущей способности элемента.

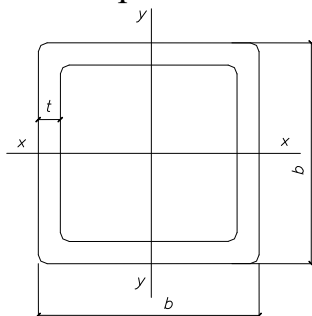
$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi_0 R_y} \rightarrow \text{профиль} \rightarrow A_{факт}, i \rightarrow \lambda_x, \lambda_y \rightarrow \varphi_{min} \rightarrow \sigma = \frac{N}{\varphi_{min} A_{факт}} \leq R_y$$

В нижнем поясе

$$N_{max} = 45.4 \text{ т (элементы 21-25)}$$

$A_{тр} = N/R_y = 45400/2400 = 18.92 \text{ см}^2$. Принят профиль 100x100x5, у которого $A = 19 \text{ см}^2$

Поперечное сечение ГСП.



В верхнем поясе (элементы 15-20)

$$N_{max} = -44.4 \text{ т}$$

$$A_{тр} = N/0.7R = 44400/0.7 \cdot 2400 = 26.4 \text{ см}^2$$

Примем профиль 140x140x5, у которого $A = 27 \text{ см}^2$,

$$i = 5.51 \text{ см}$$

Гибкость

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{300}{5.51} = 54.5$$

Коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0.831$

Напряжения

$$\sigma = \frac{44400}{0.831 \cdot 27} = 1978.87 \text{ кг/см}^2 > R_y = 2400 \text{ кг/см}^2$$

Условие прочности выполняется

Поскольку стержни имеют симметричное поперечное сечение, расчёт и проверка выполняются только в одной плоскости, что обусловлено одинаковыми характеристиками устойчивости относительно главных осей.

В раскосе опорном (элементы 9,14)

$$N_{max} = +23.8 \text{ т } A_{тр} = N/0.7R = 23800/0.7 \cdot 2400 = 14.2 \text{ см}^2$$

Примем профиль 100x100x4, у которого $A = 15.36 \text{ см}^2$, $i = 3.92 \text{ см}$

$$\text{Гибкость: } \lambda = \frac{l}{i} = \frac{182}{3.92} = 46.4$$

Коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0.868$

$$\text{Напряжения: } \sigma = \frac{23800}{0.868 \cdot 15.36} = 1785 \text{ кг/см}^2 > R_y = 2400 \text{ кг/см}^2$$

Условие прочности выполняется

В раскосе при опорном (элементы 3,8)

$$N_{\max} = -20.3 \text{ т } A_{\text{тр}} = N/0.7R = 20300/0.7 \cdot 2400 = 12.1 \text{ см}^2$$

Примем профиль 100х100х4, у которого $A = 15.36 \text{ см}^2$, $i = 3.92 \text{ см}$

$$\text{Гибкость: } \lambda = \frac{l}{i} = \frac{201}{3.92} = 51.3$$

Коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0.846$

$$\text{Напряжения: } \sigma = \frac{20300}{0.846 \cdot 15.36} = 1562.2 \text{ кг/см}^2 > R_y = 2400 \text{ кг/см}^2$$

Условие прочности выполняется

В раскосе (элементы 13,10)

$N_{\max} = +7.9 \text{ т } A_{\text{тр}} = N/R_y = 7900/2400 = 3.3 \text{ см}^2$. Принят профиль 80х80х4, у которого $A = 12.16 \text{ см}^2$

В раскосе (элементы 4,7)

$$N_{\max} = -7.1 \text{ т } A_{\text{тр}} = N/0.7R = 7100/0.7 \cdot 2400 = 4.22 \text{ см}^2$$

Примем профиль 80х80х4, у которого $A = 12.16 \text{ см}^2$, $i = 3.10 \text{ см}$

$$\text{Гибкость: } \lambda = \frac{l}{i} = \frac{222}{3.1} = 71.6$$

Коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0.743$

$$\text{Напряжения: } \sigma = \frac{7100}{0.743 \cdot 12.16} = 785.8 \text{ кг/см}^2 > R_y = 2400 \text{ кг/см}^2$$

Условие прочности выполняется

В раскосе (элементы 12,11)

$$N_{\max} = -1.7 \text{ т } A_{\text{тр}} = N/0.7R = 1700/0.7 \cdot 2400 = 1.02 \text{ см}^2$$

Примем профиль 80х80х4, у которого $A = 12.16 \text{ см}^2$, $i = 3.10 \text{ см}$

$$\text{Гибкость: } \lambda = \frac{l}{i} = \frac{222}{3.1} = 71.6$$

Коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0.743$

$$\text{Напряжения: } \sigma = \frac{1700}{0.743 \cdot 12.16} = 188.2 \text{ кг/см}^2 > R_y = 2400 \text{ кг/см}^2$$

Условие прочности выполняется

В раскосе (элементы 5,6)

$N_{\max} = +1.7 \text{ т } A_{\text{тр}} = N/R_y = 1700/2400 = 0.7 \text{ см}^2$. Принят профиль 80х80х4, у которого $A = 12.16 \text{ см}^2$

Расчет и конструирование промежуточных узлов верхнего пояса

Промежуточный узел верхнего пояса без стыка поясов, в котором сходятся два раскоса, выполняется с непосредственным примыканием элементов решетки к поясу. При этом полуразность ширины поясов и раскосов в направлении из плоскости фермы не принимается не более 20 мм.

Сварные швы выполняются по всему периметру косого среза трубчатого раскоса и могут быть как угловыми, так и стыковыми, в зависимости от конструктивного решения узла.

Проверка прочности сварных швов, обеспечивающих крепление каждого раскоса, выполняется по расчетной формуле: $\sigma_{ш} = N_{pi} / b_{ш} \sum l_{ш} \leq R^{св}$,

где: N_{pi} - расчетное усилия в данном раскосе

$b_{ш}$ - расчетная ширина шва

$R^{св}$ - расчетное сопротивление стыкового шва сжатию или растяжению

Узел 11

Сжатый раскос (3) по левую сторону от узла 100х100х4, $N_{max} = -20.3m$

$$\sigma_{ш} = N_{pi} / b_{ш} \sum l_{ш} \leq R^{св}$$

$$\sigma_{ш} = 20300 / 0.4 \cdot 38.3 = 1325.4 \text{ кгс} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на продавливание от действия сжатого раскоса:

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+c+\sqrt{2bE})}{(0.4+1.8c/d)E\sin\alpha} = \frac{1 \cdot 2400 \cdot 1.5^2(14.14+3+\sqrt{2 \cdot 14 \cdot 2})}{(0.4+1.8 \cdot 0.2) \cdot 2 \cdot 0.707} = 123710 \text{ кгс} \geq N_{pi} = 20300 \text{ кгс}$$

Проверка несущей способности участка стенки пояса в плоскости фермы в месте примыкания сжатого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{2mkR\delta h_{pi}}{\sin^2\alpha} = \frac{2 \cdot 2400 \cdot 1.5 \cdot 10}{0.707^2} = 72000 \text{ кгс} \geq N_{pi} = 20300 \text{ кгс}$$

Растянутый раскос(13) по правую сторону от узла 80х80х4, $N_{max} = +7.9m$

$$\sigma_{ш} = N_{pi} / b_{ш} \sum l_{ш} \leq R^{св}$$

$$\sigma_{ш} = 7900 / 0.4 \cdot 22.6 = 873.8 \text{ кгс} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на вырывание от действия растянутого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+\sqrt{8bE})}{E\sin\alpha} = 1.5 \cdot \frac{1 \cdot 2400 \cdot 1.5^2(11.3+\sqrt{8 \cdot 14 \cdot 3})}{3 \cdot 0.707} = 75435 \text{ кгс} \geq N_{pi} = 7900 \text{ кгс}$$

Узел 10

Сжатый раскос (4) по левую сторону от узла 80х80х4, $N_{max} = -7.1m$

$$\sigma_{ш} = N_{pi} / b_{ш} \sum l_{ш} \leq R^{св}$$

$$\sigma_{ш} = 7100 / 0.4 \cdot 22.6 = 785.3 \text{ кгс} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на продавливание от действия сжатого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+c+\sqrt{2bE})}{(0.4+1.8c/d)E\sin\alpha} = \frac{1 \cdot 2400 \cdot 1.5^2(11.3+3+\sqrt{2 \cdot 14 \cdot 3})}{(0.4+1.8 \cdot 0.265) \cdot 3 \cdot 0.707} = 68120 \text{ кгс} \geq N_{pi} = 7100 \text{ кгс}$$

Проверка несущей способности участка стенки пояса в плоскости фермы в месте примыкания сжатого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{2mkR\delta h_{pi}}{\sin^2\alpha} = 0.8 \cdot \frac{2 \cdot 2400 \cdot 1.5 \cdot 8}{0.707^2} = 92184 \text{ кгс} \geq N_{pi} = 7100 \text{ кгс}$$

Растянутый раскос(12) по правую сторону от узла 80х80х4, $N_{max} = +7.9m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{c6}$$

$$\sigma_{ui} = 1700 / 0.4 \cdot 22.6 = 188 \text{ кг} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на вырывание от действия растянутого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d + \sqrt{8bE})}{E \sin \alpha} = 1.5 \cdot \frac{1 \cdot 2400 \cdot 1.5^2(11.3 + \sqrt{8 \cdot 14 \cdot 3})}{3 \cdot 0.707} = 75435 \text{ кг} \geq N_{pi} = 1700 \text{ кг}$$

Узел 7

Растянутый раскос(14) по правую сторону от узла 80х80х4, $N_{\max} = +23.8m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{c6}$$

$$\sigma_{ui} = 23800 / 0.4 \cdot 38.3 = 1553.4 \text{ кг} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на вырывание от действия растянутого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d + c + \sqrt{2bE})}{(0.4 + 1.8c/d)E \sin \alpha} = \frac{1 \cdot 2400 \cdot 1.5^2(14.14 + 3 + \sqrt{2 \cdot 14 \cdot 2})}{(0.4 + 1.8 \cdot 0.2) \cdot 2 \cdot 0.707} = 35261 \text{ кг} \geq N_{pi} = 23800 \text{ кг}$$

Промежуточные узлы нижнего пояса

Узел 2

Сжатый раскос (4) по правую сторону от узла 80х80х4, $N_{\max} = -7.1m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{c6}$$

$$\sigma_{ui} = 7100 / 0.4 \cdot 22.6 = 785.3 \text{ кг} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на продавливание от действия сжатого раскоса:

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d + c + \sqrt{2bE})}{(0.4 + 1.8c/d)E \sin \alpha} = \frac{1 \cdot 2400 \cdot 0.5^2(11.3 + 1 + \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1})}{(0.4 + 1.8 \cdot 0.09) \cdot 1 \cdot 0.707} = 25324 \text{ кг} \geq N_{pi} = 7100 \text{ кг}$$

Проверка несущей способности участка стенки пояса в плоскости фермы в месте примыкания сжатого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{2mkR\delta h_{pi}}{\sin^2 \alpha} = \frac{2 \cdot 2400 \cdot 0.5 \cdot 8}{0.707^2} = 38400 \text{ кг} \geq N_{pi} = 7100 \text{ кг}$$

Растянутый раскос(13) по левую сторону от узла 80х80х4, $N_{\max} = +7.9m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{c6}$$

$$\sigma_{ui} = 7900 / 0.4 \cdot 22.6 = 873.8 \text{ кг} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на вырывание от действия растянутого раскоса:

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d + c + \sqrt{2bE})}{(0.4 + 1.8c/d)E \sin \alpha} = 1.5 \cdot \frac{1 \cdot 2400 \cdot 0.5^2(11.3 + 1 + \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1})}{(0.4 + 1.8 \cdot 0.09) \cdot 1 \cdot 0.707} = 37998.5 \text{ кг} \geq N_{pi} = 7900 \text{ кг}$$

Узел 3

Сжатый раскос (12) по левую сторону от узла 80х80х4, $N_{\max} = -1.7m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{c6}$$

$$\sigma_{ui} = 1700 / 0.4 \cdot 22.6 = 188 \text{ кг} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на продавливание от действия сжатого раскоса:

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+c+\sqrt{2bE})}{(0.4+1.8c/d)E \sin \alpha} = \frac{1 \cdot 2400 \cdot 0.5^2(11.3+1+\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1})}{(0.4+1.8 \cdot 0.09) \cdot 1 \cdot 0.707} = 25324 \text{ кЗ} \geq N_{pi} = 1700 \text{ кЗ}$$

Проверка несущей способности участка стенки пояса в плоскости фермы в месте примыкания сжатого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{2mkR\delta h_{pi}}{\sin^2 \alpha} = \frac{2 \cdot 2400 \cdot 0.5 \cdot 8}{0.707^2} = 38400 \text{ кЗ} \geq N_{pi} = 1700 \text{ кЗ}$$

Растянутый раскос(5) по правую сторону от узла 80x80x4, $N_{\max} = +1.7m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{ce}$$

$$\sigma_{ui} = 1700 / 0.4 \cdot 22.6 = 188 \text{ кЗ} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кЗ} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на вырывание от действия растянутого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+c+\sqrt{2bE})}{(0.4+1.8c/d)E \sin \alpha} = 1.5 \cdot \frac{1 \cdot 2400 \cdot 0.5^2(11.3+1+\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1})}{(0.4+1.8 \cdot 0.09) \cdot 1 \cdot 0.707} = 37998.5 \text{ кЗ} \geq N_{pi} = 1700 \text{ кЗ}$$

Узел 1

Сжатый раскос (3) по правую сторону от узла 100x100x4, $N_{\max} = -20.3m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{ce}$$

$$\sigma_{ui} = 20300 / 0.4 \cdot 38.3 = 1325.8 \text{ кЗ} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кЗ} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на продавливание от действия сжатого раскоса:

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+c+\sqrt{2bE})}{(0.4+1.8c/d)E \sin \alpha} = \frac{1 \cdot 2400 \cdot 0.5^2(14.14+1+\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1})}{(0.4+1.8 \cdot 0.07) \cdot 1 \cdot 0.707} = 32068 \text{ кЗ} \geq N_{pi} = 20300 \text{ кЗ}$$

Проверка несущей способности участка стенки пояса в плоскости фермы выполняется в зоне примыкания сжатого раскоса с целью оценки местной прочности и устойчивости стенки элемента

$$N_{pi} \leq \frac{2mkR\delta h_{pi}}{\sin^2 \alpha} = \frac{2 \cdot 2400 \cdot 0.5 \cdot 10}{0.707^2} = 48014 \text{ кЗ} \geq N_{pi} = 20300 \text{ кЗ}$$

Растянутый раскос(14) по левую сторону от узла 100x100x4, $N_{\max} = +23.8m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{ce}$$

$$\sigma_{ui} = 23800 / 0.4 \cdot 38.3 = 1553.4 \text{ кЗ} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кЗ} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на вырывание от действия растянутого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+c+\sqrt{2bE})}{(0.4+1.8c/d)E \sin \alpha} = 1.5 \cdot \frac{1 \cdot 2400 \cdot 0.5^2(14.14+1+\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1})}{(0.4+1.8 \cdot 0.07) \cdot 1 \cdot 0.707} = 47461.8 \text{ кЗ} \geq N_{pi} = 23800 \text{ кЗ}$$

Узел 9 (укрупнительный узел)

Растянутые раскосы(5,6) по левую и правую стороны от узла 80x80x4, $N_{\max} = +1.7m$

$$\sigma_{ui} = N_{pi} / b_{ui} \sum l_{ui} \leq R^{ce}$$

$$\sigma_{ui} = 1700 / 0.4 \cdot 22.6 = 188 \text{ кЗ} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кЗ} / \text{см}^2$$

Несущая способность пояса на вырывание от действия растянутого раскоса

$$N_{pi} \leq \frac{mR\delta^2(d+c+\sqrt{2bE})}{(0.4+1.8c/d)E \sin \alpha} = 1.5 \cdot \frac{1 \cdot 2400 \cdot 1.5^2(11.3+1+\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1})}{(0.4+1.8 \cdot 0.09) \cdot 1 \cdot 0.707} = 37998.5 \text{ кГ} \geq N_{pi} = 1700 \text{ кГ}$$

- Верхний пояс сжат

Конструктивно принимаем 4 болта с каждой стороны М20 класса прочности 5,6.

- Нижний пояс растянут

Выберем высокопрочные болты М20 из стали 40Х «Селект», $R_y=11$ т/см²

Несущая способность одного болта: $N_b=A_{bn}R_{bun}=1.57 \cdot 11=16$ т

В укрупнительном узле нижнего растянутого пояса необходимое количе-

ство болтов определяем по формуле: $n_\delta = \frac{N_i}{N_\delta} = \frac{45.4}{16} = 2.8$, где

N_i - усилие растяжения в нижнем поясе в месте укрупнительного стыка

m_k - коэффициент условий работы болтового соединения

F_{nm} - площадь поперечного болта

R_p - расчетное сопротивление болта растяжению

Конструктивно принимаем 8 болтов.

Конструирование и расчет опорного узла

Опорный фланец принимаем толщиной $t_{f1}=20$ мм и шириной 270мм. Диаметр болтов прикрепления фермы к колонне принимается конструктивно 20мм.

Проверяем напряжение смятия торца фланца от опорной реакции:

$$\sigma = \frac{1,2 \cdot R_A}{A_p} = \frac{1,2 \cdot 196}{0,02 \cdot 0,27} = 43.55 \text{ МПа} < R_p = 360 \text{ МПа}$$

Прикрепление пояса к опорному фланцу: $k_f=4$ мм

$$\sigma_{ш} = N_{pi} / b_{ш} \sum l_{ш} \leq R^{св}$$

$$\sigma_{ш} = 19600 / 0.4 \cdot 56 = 875 \text{ кГ} / \text{см}^2 \leq 2100 \text{ кГ} / \text{см}^2$$

Определяем высоту опорного столика из условия прочности сварного

$$\text{шва на срез: } l_w = \frac{2 \cdot R_A}{3 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{2 \cdot 238}{3 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 18} + 1 = 20 \text{ см}.$$

Принимаем высоту столика 20см, толщину 4см.

3. Раздел планирования и организации строительства

3.1 Проект производства работ

3.1.1 Технология производства работ

Организация работ по возведению несущих конструкций и перекрытий пятиэтажной части рассмотрим на примере одного этажа:

- 1) монтаж колонн
- 2) монтаж ригелей
- 3) монтаж прогонов
- 4) укладка профнастила
- 5) укладка арматурных сеток
- 6) подача и укладка бетона

а) Монтаж колонн

Перед монтажом колонн необходимо проверить и смазать резьбу анкерных болтов. Контроль состояния резьбы выполняется путем наворачивания гаек. Для защиты резьбовой части при опускании колонны на монтажный уровень на болты устанавливаются предохранительные колпачки из кровельной стали или обрезков труб с конусным верхом, обеспечивающим свободное попадание в отверстия опорной плиты.

Установка колонн производится на предварительно выверенные гайки с обеспечением заданной точности положения опорной поверхности. Поднятую колонну устанавливают на гайки, совмещая монтажные риски с разбивочными осями.

Вертикальность положения колонны обеспечивается точностью установки гаек и при необходимости корректируется их регулировкой. После выверки колонна фиксируется установкой шайб и затяжкой вторых гаек, обеспечивающих надежное закрепление опорной плиты и устойчивость конструкции. Затем выполняется подливка опорной части мелкозернистым бетоном.

Перед монтажом колонны раскладываются вдоль оси установки на деревянные подкладки в наклонном положении. До подъема они оснащаются монтажными приспособлениями: лестницами, площадками и стяжными элементами.

Монтаж выполняется без перемещения крана, путем работы поворотом стрелы. Расположение стоянки крана выбирается таким образом, чтобы вылет стрелы позволял установить колонну в проектное положение без дополнительных перемещений. Все операции выполняются на минимальной скорости для обеспечения безопасности.

Строповка осуществляется выше центра тяжести, что обеспечивает вертикальное положение элемента после подъема. Для этого строп закрепляется по оси центра тяжести или охватывает колонну с двух сторон, используя предусмотренные монтажные отверстия.

Все операции по выверке выполняются до расстроповки и окончательного закрепления колонн. Контроль вертикальности производится с применением двух теодолитов.

б) Монтаж ригелей и прогонов

Монтаж конструкций выполняется поэлементно. Перед началом монтажных работ на элементы наносятся установочные риски для обеспечения точности позиционирования.

Ригели устанавливаются на опорные пластины и фиксируются к вертикальным пластинам с помощью монтажных болтов. Нижний пояс, вертикальные ребра и верхняя пластина закрепляются монтажной сваркой. После выполнения всех проектных сварных соединений монтажные болты демонтируются. Прогоны после выверки окончательно закрепляются сварными соединениями.

Строповка элементов выполняется двухветвевым стропом с закреплением за верхний пояс конструкции. Допускается также строповка способом «на удав» с использованием замкового устройства с дистанционной расстроповкой. Канат для выдергивания штыря замка закрепляется на концах элементов в зоне монтажного соединения.

Раскладка ригелей и прогонов производится вдоль линии их монтажа на деревянные подкладки с укладкой под углом для удобства последующей подачи к месту установки.

в) Монтаж стального профилированного настила

Листы профилированного настила соединяются между собой внахлест с применением комбинированных заклёпок. К прогонам и ригелям настил крепится самонарезающими болтами.

Монтаж листов осуществляется вдоль фронта работ. Пакеты листов укладываются на подкладки и защищаются сверху водонепроницаемым материалом для предотвращения увлажнения. Монтаж настила выполняется после завершения установки и окончательного закрепления всех нижележащих конструкций.

Строповка производится с использованием траверс и специальных захватов, заводимых под гофры профнастила. Укладка листов выполняется последовательно — от одного конца пролёта к другому, а также от краёв к середине покрытия.

Для установки крепёжных элементов по месту выполняется сверление отверстий, после чего самонарезающие болты устанавливаются и затягиваются до полного закрепления.

3.1.2 Выбор типа крана и их привязка к объекту

В зависимости от габаритов возводимого здания и условий строительной площадки (включая расстояния до существующих сооружений) принимается схема установки одного башенного крана, предназначенного для монтажа

пятиэтажной части здания, с расположением крана с боковой стороны возводимого объекта.

Выбор типа крана и его привязка выполняются исходя из условий монтажа наиболее тяжелых конструкций либо подъема грузов в таре максимальной массы Q , при наибольшем рабочем вылете крюковой подвески крана $R_{кр}$ от оси кранового пути и максимальной высоте подъема груза $H_{раб}$.

Расчет основных рабочих параметров крана — грузоподъемности, вылета и высоты подъема крюка — выполняется аналитическим способом с учетом массы наиболее тяжелых грузов, максимальных расстояний их перемещения и высот подъема относительно оси кранового пути и отметки головок рельсов, а также с учетом грузозахватных устройств, размеров опасных зон и габаритов перемещаемых элементов и тары.

3.1.2.1 Расчет башенного крана

1) Определяем наименьшую высоту подъема крюка:
 $H_{кр} = h_0 + h_3 + h_э + h_{стр}$, где: h_0 - расстояние от уровня стоянки крана до наивысшей монтажной отметки, $h_0 = 25.2м$

h_3 - высота запаса проноса конструкции над опорой, $h_3 = 0.5м$

$h_э$ - высота последнего монтажного элемента, $h_э = 2м$

$h_{стр}$ - высота строповки элемента, $h_{стр} = 5.2м$

$$H_{кр} = 25.2 + 0.5 + 2 + 5.2 = 33м$$

2) Определение требуемой грузоподъемности

Наиболее тяжелым элементом является ферма - $q_{эл} = 1т$

Тогда требуемая грузоподъемность крана: $Q = q_{эл} + q_{стр}$, где

$q_{стр}$ - масса строповочных устройств, $q_{стр} = 0.94т$

$$Q = 1 + 0.94 = 1.94т$$

3) Определение требуемого вылета крюка

Требуемый вылет крюка определяем по формуле: $L_{кр} = a / 2 + b + ш$, где

a - расстояние между крановыми рельсовыми путями, $a = 4.5м$

b - минимально допустимое расстояние от края возводимой части до оси рельса, $b = 1.5м$

$ш$ - ширина возводимой части, $ш = 19м$

$$L_{кр} = 4.5 / 2 + 1.5 + 19 = 23.25м$$

Конкретный тип и марка крана подбираются на основании полученных аналитических расчетов по диаграмме технических характеристик крана, включая грузоподъемность, вылет стрелы и высоту подъема крюка.

При выборе обязательно выполняется проверка соответствия расчетных грузовых моментов для всех рассматриваемых грузов с грузовой

характеристикой крана с целью обеспечения его грузовой устойчивости и безопасной эксплуатации.

Таблица наибольших грузов, расстояний и высот

Наименование грузов	Масса груза, т	Требуемая высота подъема	Наибольший вылет крюка, м	Грузовой момент, т·м
Колонна	0,5	21,7	21,75	21,29
Ригель	0.7	27,35	14,25	23,37
Прогон	0,21	24,85	21,75	4,57
Профнастил	0,54	26,85	19	10,26

Принимаем для возведения пятиэтажной части башенный кран КБ-403Б.

3.1.2.2 Расчет стреловых кранов

1) Определяем наименьшую высоту подъема крюка:
 $H_{кр} = h_0 + h_3 + h_э + h_{стр}$, где: h_0 - расстояние от уровня стоянки крана до наивысшей монтажной отметки, $h_0 = 3.6м$

h_3 - высота запаса проноса конструкции над опорой, $h_3 = 0.5м$

$h_э$ - высота последнего монтажного элемента, $h_э = 0.5м$

$h_{стр}$ - высота строповки элемента, $h_{стр} = 3.6м$

$$H_{кр} = 3.6 + 0.5 + 0.5 + 3.6 = 8.2м$$

2) Определение требуемой грузоподъемности

Наиболее тяжелым элементом является ригель - $q_{эл} = 0.438т$

Тогда требуемая грузоподъемность крана: $Q = q_{эл} + q_{стр}$, где

$q_{стр}$ - масса строповочных устройств, $q_{стр} = 0.94т$

$$Q = 0.438 + 0.94 = 1.378т$$

3) Определение требуемого вылета крюка

Требуемый вылет крюка определяем графическим путем: $L_{кр} = 6м$

Конкретный тип и марка крана определяются на основании результатов аналитического расчёта с использованием диаграмм технических характеристик, включающих грузоподъёмность, вылет стрелы и высоту подъёма крюка.

При этом в обязательном порядке выполняется проверка соответствия расчётных значений грузовых моментов для всех учитываемых грузов грузовой характеристике выбранного крана с целью обеспечения его грузовой устойчивости и безопасной работы в заданных условиях эксплуатации.

Таблица наибольших грузов, расстояний и высот

Наименование грузов	Масса груза, т	Требуемая высота подъема	Наибольший вылет крюка, м	Грузовой момент, тм
Колонна	0,69	6,9	6,7	4,62
Ригель	0,96	10,7	6	5,76
Прогон	0,21	8,2	9	1,89
Профнастил	0,54	10,2	9	4,86

Принимаем для возведения одноэтажных частей стреловой самоходный гусеничный кран РДК-25.2.

3.2 Проектирование календарного графика

Календарный план строительства, разрабатываемый на основе общей организационно-технической схемы, устанавливает последовательность и сроки выполнения работ по возведению основных и вспомогательных зданий и сооружений.

На основании календарного плана формируются графики потребности в трудовых ресурсах, строительных материалах, основных машинах и механизмах. Объемы строительно-монтажных работ, а также потребность в деталях, полуфабрикатах и основных материалах определяются по данным типовых проектов, проектов-аналогов либо по действующим справочным и нормативным документам.

Исходными материалами для составления календарного плана являются: проектно-сметная документация, отдельные разделы проекта организации строительства (ПОС), ведомости объемов работ, расчеты потребности ресурсов, организационно-технологические схемы возведения объектов, а также нормативные и директивные сроки строительства комплекса и его отдельных частей.

Основой построения календарных планов является принцип поточного строительства. Для сокращения сроков выполнения работ применяется их рациональное совмещение во времени, что обеспечивает более эффективное использование трудовых и материальных ресурсов и сокращение продолжительности строительства.

Организация поточного метода строительства предусматривает:

- а) расчленение производственного процесса на отдельные виды работ, по возможности равные или кратные по трудоемкости;
- б) установление рациональной последовательности выполнения работ и объединение взаимосвязанных процессов в единый поток с их синхронизацией для обеспечения непрерывности строительства;
- в) закрепление отдельных видов работ за специализированными бригадами, определение последовательности включения объектов в поток и обеспечение организованного перемещения бригад в процессе производства работ.

3.3 Строительный генеральный план

3.3.1 Основные принципы проектирования

Строительный генеральный план (стройгенплан) представляет собой генеральный план строительной площадки, на котором отображается размещение основных монтажных и грузоподъёмных механизмов, временных зданий, сооружений и установок, используемых в период строительства.

Стройгенплан является составной частью комплексной проектной документации на строительство. Его решения должны быть согласованы с остальными разделами проекта, включая принятую технологию производства работ и установленные календарным графиком сроки строительства, а также соответствовать требованиям действующих строительных норм и правил.

Основные решения стройгенплана должны обеспечивать рациональную организацию грузопотоков на строительной площадке за счёт сокращения числа перегрузок и уменьшения дальности транспортирования материалов, особенно крупногабаритных и тяжёлых элементов. Достижение этих требований обеспечивается правильным размещением монтажных механизмов, складских площадок и зон разгрузки.

При разработке стройгенплана также необходимо обеспечить условия для удовлетворения санитарно-бытовых потребностей работников строительства, соблюдение требований охраны труда, пожарной безопасности и экологических норм.

Затраты на устройство временных зданий и сооружений должны быть минимальными. Их снижение достигается за счёт максимального использования постоянных объектов и сокращения объёмов временного строительства.

Объектный стройгенплан разрабатывается отдельно для каждого возводимого здания или сооружения, входящего в состав общеплощадочного стройгенплана. Для сложных объектов он может разрабатываться по этапам и видам строительно-монтажных работ.

Исходными данными для разработки объектного стройгенплана являются общеплощадочный стройгенплан, календарный план, технологические карты, проект производства работ (ППР), уточнённые расчёты потребности в ресурсах, а также рабочая проектная документация здания.

При проектировании объектного стройгенплана необходимо не только определить размеры складских площадок в зоне действия грузоподъёмных механизмов, но и выполнить детальную раскладку конструкций по типам и маркам с указанием мест складирования материалов, тары, оснастки и инвентаря. После размещения складских зон выполняется привязка временных зданий, а затем — проектирование временных инженерных коммуникаций с указанием точек подключения к существующим сетям.

3.3.2 Расчет и проектирование временных инвентарных зданий

Определение площадей временных зданий и сооружений осуществляется исходя из максимальной численности работников, одновременно находящихся на строительной площадке, установленной по календарному плану строительства, а также на основании нормативной

площади, приходящейся на одного человека, пользующегося соответствующими санитарно-бытовыми и служебными помещениями.

Численность работающих определяется по формуле:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{ИТР}} + N_{\text{МОП}}, \text{ где}$$

$N_{\text{раб}}$ - численность рабочих, принимаемая по графику движения рабочих календарного плана, $N_{\text{раб}} = 105$

$N_{\text{ИТР}}$ - численность инженерно-технических работников

$$N_{\text{ИТР}} = 0.13 \cdot N_{\text{раб}} = 0.13 \cdot 105 = 14$$

$N_{\text{МОП}}$ - численность младшего обслуживающего персонала

$$N_{\text{МОП}} = 0.02 \cdot N_{\text{раб}} = 0.02 \cdot 105 = 2$$

$$N_{\text{общ}} = 105 + 14 + 2 = 121$$

Потребность в инвентарных зданиях

№ п/п	Наименование	Числ-ть персонала	Норма на одного		Расч. площадь	Принятые размеры
			ед изм.	велич		
1	Гардеробная	105	м²/чел	0,9	94.5	6х3 – 5шт
2	Помещение отдыха и приема пищи	121		1	121	9х3 – 5шт
3	Умывальня	121		0,05	6	2х3 – 1шт
4	Душевая	105		0,43	45	4.5х3 – 1шт
5	Туалет	121		0,07	9	1,5х1,5 – 4шт
6	Сушильня	121		0,2	24	4х3 – 2шт
7	Прорабская	14		4,8	67	6х3 – 4шт
8	Диспетчерская	2		7	14	6х3 – 1шт

3.3.3 Размещение временных зданий и сооружений

При размещении временных зданий и сооружений необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

- санитарно-бытовые помещения следует располагать вблизи входов на строительную площадку с целью обеспечения удобного доступа персонала;
- размещение бытовых сооружений должно исключать нарушение требований техники безопасности и не допускаться в пределах опасной зоны действия грузоподъемных кранов;
- временные здания и сооружения размещаются с соблюдением установленных противопожарных разрывов и требований пожарной безопасности.

3.3.4 Расчет складских помещений и площадок

Расчет площадей складов выполняется в следующей последовательности:

1. на основании календарного плана определяется максимальная суточная потребность в материалах и конструкциях с учетом неравномерности их поступления и расходования;
2. устанавливается величина производственного запаса хранимых материалов;
3. выбирается способ и условия хранения (открытые, закрытые, навесы и т.п.);
4. определяется требуемая площадь складирования с учетом нормативов размещения материалов;
5. производится выбор месторасположения складов на строительной площадке;
6. выполняется привязка складских зон к строительному генеральному плану;
7. осуществляется поэлементное размещение конструкций и изделий на открытых складах с учетом их габаритов и условий складирования.

Склады для хранения материально-технических ресурсов устраиваются в соответствии с действующими нормативами проектирования складских помещений и установленными нормами производственных запасов.

Расчет общей площади склада для каждого вида материалов и конструкций выполняется по установленной расчетной зависимости:

$$S_{mp} = \frac{P}{Tq} n k_1 k_2, \text{ где}$$

P - количество потребных материалов и изделий

T - продолжительность расходования данного материала, дн

n - норма запаса материала, конструкций или изделия, дн

k_1 - коэффициент неравномерности поступления материала на склад,

$$k_1 = 1.1$$

k_2 - коэффициент неравномерности потребления материалов, $k_2 = 1.3$

q - количество материала, укладываемого на 1 м² площади

Результаты расчета приобъектных складов сведены в таблицу

№	Наименование	Тип склада	Площадь склада, м ²	Размеры склада, м	Способ хранения
1	Склад колонн	открытый	21,6	3х7,2 – 1шт	штабели
2	Склад ригелей	открытый	123	4,1х15 – 2шт	штабели
3	Склад прогонов	открытый	216	6х6 – 3шт	штабели

4	Склад профнастила	открытый	12	1х6 – 2шт	пакет
---	-------------------	----------	----	-----------	-------

Площадки для складирования строительных конструкций размещаются в пределах зоны действия монтажных кранов с учетом принятой технологической последовательности монтажа. Размеры складских площадок назначаются в соответствии с габаритами складироваемых элементов с обязательным учетом проходов, необходимых для безопасного перемещения, строповки и выполнения погрузочно-разгрузочных операций.

3.3.5 Расчет потребности строительства в воде

Сети временного водоснабжения предназначены для обеспечения производственных, хозяйственно-бытовых и противопожарных потребностей строительной площадки.

Разводку временного водопровода на объекте рекомендуется выполнять по кольцевой схеме, которая обеспечивает повышенную надежность и бесперебойность подачи воды.

Проектирование временного водоснабжения включает следующие основные этапы:

- определение расчетной потребности в воде;
- выбор источников водоснабжения;
- трассировка и размещение сети на строительной площадке;
- расчет диаметра трубопроводов.

Период максимального водопотребления устанавливается на основании календарного плана производства строительно-монтажных работ. Общий расход воды определяется расчетным путем по установленной формуле

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

$Q_{\text{пр}}$ - расход воды на производственные нужды

$Q_{\text{хоз}}$ - расход воды на хозяйственно-бытовые нужды

$Q_{\text{пож}}$ - расход воды на противопожарные нужды

Расход воды на производственные нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = 1.2 \sum \frac{V_{\text{см}} q_{\text{ср}} k_1}{8 \cdot 3600}, \text{ где}$$

$V_{\text{см}}$ - сменный объем работы в натуральном измерении

1.2 - коэффициент на неучтенные расходы

$q_{\text{ср}}$ - средний производственный расход воды в смену

k_1 - коэффициент неравномерности потребления воды в смену, $k_1 = 1.6$

8 – количество часов в смену

Расход воды на производственные нужды

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во в смену	Удельн. расх.	К-т неравн.	Расход воды, л/с
---------------------------	----------	----------------	---------------	-------------	------------------

Автомашина	шт	10	300	1,6	0,20
Штукатурные работы	м ²	57,9	8	1,6	0,03
Малярные работы	м ²	236,6	1	1,6	0,02

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяется по формуле:

$$Q_{хоз} = \left(\frac{N_{max}}{3600} \right) \left[\frac{q_1 k_2}{8} + q_2 k_3 \right], \text{ где}$$

N_{max} - наибольшее количество работающих в смену, $N_{max} = 105$

q_1 - норма потребления воды на 1 чел. в смену, $q_1 = 15 \text{ л}$

q_2 - норма потребления воды на прием одного душа, $q_2 = 30 \text{ л}$

$k_3 = 0.4$

k_2 - коэффициент неравномерности потребления воды, $k_2 = 1.25$

$$Q_{хоз} = 105 / 3600 \cdot (15 \cdot 1.25 / 8 + 30 \cdot 0.4) = 0.42 \text{ л/с}$$

Расход воды на противопожарные нужды принимается исходя из расчетной продолжительности тушения пожара, равной 3 часам для одного очага возгорания.

Минимальный расход воды определяется из условия одновременной работы двух пожарных струй, подаваемых от пожарных гидрантов, при расходе 5 л/с на каждую струю.

$$Q_{пож} = 10 \text{ л/с}$$

$$\text{Общий расход воды: } Q_{общ} = 0.26 + 0.42 + 0.1 = 0.78 \text{ л/с}$$

Площадь строительной площадки 2.7га, расход воды принимаем 10л/с.

Диаметр труб временного водопровода определяем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{общ} \cdot 1000}{\pi \cdot V}}, \text{ где}$$

V - скорость движения воды по трубам, $V = 1.5 \text{ м/с}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 1000}{3.142 \cdot 1.5}} = 92 \text{ мм}$$

Диаметр трубопровода для временного водоснабжения из условий пожаротушения принимается не менее 100мм.

3.3.6 Освещение строительной площадки

На строительных площадках предусматриваются системы рабочего, аварийного и охранного освещения.

Для питания осветительных сетей применяется кольцевая схема электроснабжения, обеспечивающая надежность и равномерность распределения нагрузки, а для питания силового оборудования и строительных механизмов — тупиковая схема.

Количество прожекторов для освещения строительной площадки определяется расчетным путем по установленной формуле

$$n = \frac{pES}{P_{\text{л}}}, \text{ где}$$

p - удельная мощность

E - освещенность

S - площадь, подлежащая освещению

P_{λ} - мощность лампы прожектора

Охранное освещение

$$n = 0.4 \cdot 0.5 \cdot 27000 / 500 = 11$$

Аварийное освещение

$$n = 0.4 \cdot 0.2 \cdot 27000 / 500 = 5$$

3.3.7 Обеспечение строительства электроэнергией

Расчет выполняется в следующей последовательности:

- определяются потребители электрической энергии и их установленная мощность;
- осуществляется выбор источника электроснабжения строительной площадки.

Расчет суммарной потребности в электроэнергии производится на основании установленной мощности электроприемников с учетом коэффициентов спроса, дифференцированных по видам потребителей, по установленной расчетной формуле

$$P_p = a \cdot \left[\sum \left(\frac{k_{1c} P_c}{\cos \varphi} \right) + \sum \left(\frac{k_{2c} P_T}{\cos \varphi} \right) + \sum k_{3c} P_{ОВ} + \sum P_{ОН} \right], \text{ где}$$

a - коэффициент, учитывающий потери в сети, $a = 1.05$

k_{1c}, k_{2c}, k_{3c} - коэффициенты спроса, зависящие от числа потребителей

P_c - мощность силовых потребителей

P_T - мощность для технологических нужд

$P_{ОВ}$ - мощность устройств внутреннего освещения

$P_{ОН}$ - то же, наружного освещения

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Уд. мощн.	Коэф. спроса	Коэф. мощн.	Устан. мощн.
Силовая электроэнергия:						
Кран стреловой РДК-25.2	шт	1	50	0,7	0,5	35
Сварочный трансформатор	шт	2	300	0,35	0,6	126
Итого						161
Внутреннее освещение:						
Адм. и быт. помещения	м ²	339	0,015	0,8	1	4,07
Душевые и туалеты	м ²	42	0,003	0,8	1	0,10
Итого						4,17

Наружное освещение:						
Территория строительства	100м ²	270	0,015	1	1	4,05
Итого						4,05
Всего						169,22

Принимаем трансформаторную подстанцию СКТП-180/10/6/0,4 мощностью 180кВт.

3.4 Технологическая карта на монтаж стального каркаса здания

3.4.1 Область применения

Инженерные решения по обеспечению техники безопасности

1. На монтажной захватке, где выполняются монтажные работы, исключается одновременное выполнение иных видов строительных работ.
2. При возведении здания запрещается проведение работ с нахождением людей в секции, над которой осуществляется перемещение, установка и временное закрепление сборных элементов.
3. Очистка конструкций и оборудования от загрязнений выполняется до их подъема и монтажа.
4. Строповка конструкций и оборудования осуществляется грузозахватными устройствами, обеспечивающими возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта при высоте замкового устройства более 2 м.
5. В процессе подъема и перемещения конструктивные элементы должны быть зафиксированы от раскачивания и самопроизвольных колебаний.
6. Пребывание людей на элементах конструкций и оборудования при их подъеме и перемещении не допускается.
7. Во время технологических перерывов запрещается оставлять поднятые элементы конструкций и оборудования в подвешенном состоянии.
8. Для перехода монтажников по установленным конструкциям при невозможности устройства ограждений применяются специальные предохранительные переходные устройства.
9. Установленные в проектное положение конструкции и оборудование должны быть надежно закреплены, обеспечивая устойчивость и геометрическую неизменяемость. Расстроповка допускается только после их временного или постоянного закрепления. Повторное перемещение после расстроповки не допускается.
10. Монтажные работы на высоте в открытых условиях запрещаются при скорости ветра 15 м/с и более, а также при грозе, тумане или иных условиях, снижающих видимость в пределах фронта работ.
11. До начала работ устанавливается система условных сигналов между руководителем монтажа и машинистом крана; все сигналы подаются одним ответственным лицом, за исключением сигнала «стоп», который может быть подан любым работником.

- 12.Монтаж последующей захватки допускается только после полного и надежного закрепления конструкций предыдущей захватки в соответствии с проектом.
- 13.Монтажники при выполнении работ должны находиться на ранее смонтированных и надежно закрепленных конструкциях либо на инвентарных средствах подмачивания.
- 14.Распаковка и расконсервация оборудования выполняются в соответствии с ППР на специальных стеллажах или подкладках высотой не менее 100 мм.
- 15.Совмещение и выверка монтажных отверстий выполняются с применением специального монтажного инструмента.
- 16.При перемещении конструкций минимальные расстояния до смонтированных элементов должны составлять: не менее 1 м по горизонтали и 0,5 м по вертикали.
- 17.Перед началом монтажных работ весь персонал и машинисты обязаны быть ознакомлены с ППР и мероприятиями по технике безопасности.
- 18.Рабочие монтажной бригады должны использовать защитные каски и предохранительные пояса в обязательном порядке.

Указания по производству работ

1. Монтаж колонн:

- колонна предварительно укладывается в предмонтажное положение;
- кран устанавливается на рабочую стоянку вдоль линии перемещения;
- производится строповка колонны за крюк крана при рабочем вылете 6 м;
- совместной работой механизмов поворота платформы и подъема крюка колонна переводится в вертикальное положение с подъемом выше проектной отметки на 0,5 м;
- поворотом крана колонна подается в зону монтажа над местом установки;
- элемент опускается на регулировочные шайбы и устанавливается в проектное положение;
- с использованием установочных шайб и гаек выполняется временное и окончательное закрепление колонны;
- производится расстроповка колонны.

2. Требования к монтажной площадке крана:

Площадка для работы башенного крана должна быть предварительно спланирована, уплотнена и отсыпана щебнем до обеспечения расчетного давления не менее 4 кг/см². Продольный уклон площадки не должен превышать 1%.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

4.1 Определение расчетной стоимости строительства

Расчетная стоимость строительства включает затраты на выполнение строительно-монтажных работ по объектам различного функционального назначения.

Результаты определения расчетной стоимости позволяют осуществлять:

- оценку инвестиционных предложений;
- планирование объемов инвестиционных вложений.

Определение расчетной стоимости в текущем уровне цен, согласно порядку СН РК 8.02-01-2002*, основано на базисных ценах 2001 года и выполняется для различных регионов Республики Казахстан по следующим видам объектов жилищно-гражданского строительства:

- жилые здания (кирпичные, каркасно-кирпичные, монолитные, блочные);
- объекты образования и здравоохранения;
- предприятия торговли и общественного питания;
- предприятия бытового обслуживания;
- учреждения культуры и досуга;
- спортивно-оздоровительные сооружения;
- автомобильные дороги;
- внутриплощадочные инженерные сети.

В расчетной стоимости, приведенной в нормативных материалах, не учитываются затраты на технологическое оборудование. Его стоимость определяется отдельно по прайс-листам производителей, проектам-аналогам либо другим исходным данным.

Стоимость строительства объектов общественного назначения определяется в зависимости от их функционального назначения и показателя производственной мощности.

В таблице 2 приведен перечень объектов общественного назначения с указанием базовой средней стоимости строительства в зависимости от их мощности.

В состав базовой стоимости расчетных единиц включены затраты на устройство внутриплощадочных инженерных сетей и благоустройство территории. Соответствующие объемы и стоимостные показатели приведены в приложении 2.

Стоимостные показатели, приведенные в таблице 2, установлены для условий города Астаны как базового региона. Для других регионов расчет стоимости выполняется с применением корректирующих коэффициентов из таблицы 3 путем их умножения на базовую стоимость строительства, принятую для города Астаны.

Средняя стоимость строительства (С) объекта общественного назначения с использованием данных таблиц 2 и 3 определяется по установленной расчетной формуле:

$$C = N \times C_{\text{баз}} \times K_{\text{НДС}} \times \frac{МРП_{\text{тек}}}{МРП_{\text{баз}}} \times K_{\text{рег}},$$

где N - показатель производственной мощности объекта строительства (гостиница на 96 мест, торговый комплекс 1388,4м²);

C_{баз} - базовая стоимость строительства объекта на единицу его производственной мощности для города Астаны (гостиница на 1 место – 1572,74, торговый комплекс 1м² – 89,49) в тыс. тенге (таблица 2);

K_{НДС} - коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость (1,16);

МРП_{тек} - месячный расчетный показатель, устанавливаемый согласно бюджетному законодательству в текущем году (4325тенге);

МРП₂₀₀₁ - месячный расчетный показатель, установленный согласно бюджетному законодательству в 2001 году.

МРП₂₀₀₁ = 775 тенге;

K_{рег} - региональный корректирующий коэффициент по переходу к стоимости объекта строительства относительно стоимости строительства для города Астаны (0,86), (таблица 3).

$C = 96 \times 1572,74 \times 1,16 \times (4325/775) \times 0,86 + 1388,4 \times 89,49 \times 1,16 \times (4325/775) \times 0,86 = 840560,573 + 691719,411 = 1532279,984 \text{ тыс.тенге}$

4.2 Основные технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол-во
1.	Общая сметная стоимость на стадии ТЭО	тыс.тг.	1532279,984
2.	- СМР (85%)	тыс.тг.	1302437,986
	- оборудования (9%)	тыс.тг.	137905,199
	- прочие работы (6%)	тыс.тг.	91936,799
3.	Общая трудоемкость	ч/смен	7682
4.	Продолжительность строительства		
	- Нормативная	месяц	12
5.	- Фактическая	месяц	9
6.	Площадь строительства		
	- общая	м ²	33108
	- застройки	м ²	7476
	- здания	м ²	3450
7.	Объем строительства	м ³	55119,6
8.	Себестоимость 1м ² здания	тенге	444139,126
9.	Себестоимость 1м ³ здания	тенге	27799,185

заклучение

Список использованной литературы

1. СП РК 3.02-107-2014. Общественные здания и сооружения. – Астана, 2015.
2. СП РК 2.04-01-2017. Строительная климатология. – Астана, 2017.
3. СН РК 2.04-07-2013,. Строительная теплотехника. – Астана, 2013.
4. СП РК 2.04-107-2013,. Строительная теплотехника. – Астана, 2013.
5. НТП РК 01-01-3.1-2017. Нагрузки и воздействия. – Астана, 2017.
6. СП РК EN 1992-01:2003/2011. Проектирование стальных конструкции. – Астана, 2011.
7. СНиП РК 2.02-05-2002. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Астана, 2003.
8. СП РК 3.02-122-2012.Проектирование предприятий розничной торговли.- Астана,2013.
9. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учеб. пособие. – М.: Архитектура-С, 2007. – 280с., ил.
- 10.Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий: Учебник. – М.: изд-во АСВ, 2004. – 296с., ил.
- 11.Гиясов А. Конструирование гражданских зданий: Учеб. пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 432с., ил.
- 12.Ольхова А.П. Гостиницы. – М.: Стройиздат, 1983. – 175с., ил.
- 13.Георгиевский О.В. Единые требования по выполнению строительных чертежей. Справ. пособие. – М.: Стройиздат, 2002. – 144с., ил.
- 14.Беленя Е.И. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560с., ил.
- 15.Дикман Л.Г. Организация строительного производства: Учебник для строительных вузов. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 512с., ил.
- 16.Афанасьев А.А. Технология возведения полносборных зданий: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 362с., ил.

- 17.Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – 216с., ил.
- 18.Гофштейн Г.Е., Ким В.Г., Нищев В.Н., Соколова А.Д. Монтаж металлических и железобетонных конструкций: Учебник для средн. спец. учеб. заведений. – М.: Стройиздат, 2001. – 528с., ил.
- 19.Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве: Учеб. для строит. вузов и фак. – М.: Высш. шк., 1991. – 272с., ил.
- 20.Коптев Д.В., Орлов Г.Г., Булыгин В.И. Безопасность труда в строительстве: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 352с., ил.
- 21.Воронов А.А., Мирсаяпов И.Т. Расчет фундаментов мелкого заложения и свайных фундаментов: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2005. – 107с.