

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
в г. Нижневартовске

Кафедра «Гуманитарные, естественно – научные и технические дисциплины»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав.кафедрой «ГЕНТД»
к.филос.н., доцент
_____/ И.Г. Рябова /
« 04 » июня _____ 2019 г.

Строительство спортивного центра

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЮУрГУ- 08.03.01.2019.861.ПЗ ВКР

Консультанты
Архитектурная часть
вед.архитектор ЗАО «НСД»
_____/ Е.С. Осинцева /
« 20 » марта _____ 2019 г.

Расчетно-конструктивная часть
к.т.н., доцент
_____/ С.Г. Пономарева /
« 11 » апреля _____ 2019 г.

Организационно-технологическая часть
к.т.н., доцент
_____/ С.Г. Пономарева /
« 5 » мая _____ 2019 г.

Экономическая часть
старший преподаватель
_____/ О.В. Латвина /
« 21 » мая _____ 2019 г.

Безопасность жизнедеятельности
к.т.н., доцент
_____/ В.В. Столяров /
« 31 » мая _____ 2019 г.

Руководитель работы
к.т.н., доцент
_____/ С.Г. Пономарева /
« 03 » июня _____ 2019 г.

Автор работы
студент группы НвФл - 527
_____/ С.Б.Сулаев /
« 03 » июня _____ 2019 г.

Нормоконтролер
старший преподаватель
_____/ О.В.Латвина /
« 04 » июня _____ 2019 г.

Нижневартовск 2019

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	
1. АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ	
1.1 Исходные данные.....	
1.2 Генеральный план.....	
1.3 Объемно-планировочное решение.....	
1.4 Конструктивное решение.....	
1.5 Инженерное оборудование.....	
1.6 Охрана окружающей среды.....	
1.7 Противопожарная защита.....	
1.8 Теплотехническое обоснование конструктивного решения наружных ограждающих конструкций.....	
2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ	
2.1. Основания и фундаменты.....	
2.1.1 Оценка грунтов основания.....	
2.1.2 Определение глубины заложения ростверка.....	
2.1.3 Выбор длины свай.....	
2.1.4 Определение количества свай.....	
2.1.5 Расчет конечной осадки свайного фундамента.....	
2.1.6 Определение нижней границы сжимаемой толщи основания (ВС)...	
2.1.7 Расчет ростверков по I группе предельных состояний.....	
2.2 Строительные конструкции.....	
2.2.1 Расчет стропильной сегментной фермы.....	
2.2.2 Определение усилий в стержнях фермы.....	
2.2.3 Подбор сечений стержней фермы.....	
2.2.4. Расчет сварных швов.....	
2.2.5 Расчет треугольной стропильной фермы.....	
2.2.6 Определение усилий в стержнях фермы.....	
2.2.7 Подбор сечений стержней фермы.....	
2.2.8 Расчет сварных швов.....	
2.2.9 Расчет и конструирование колонны.....	
2.2.10 Расчет колонны.....	
2.2.11 Расчет и конструирование базы колонны.....	
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Характеристика возводимого здания.....	
3.2 Ресурсное проектирование.....	
3.3 Календарный план строительства.....	
3.4 Технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания.....	

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

3.4.2	Технология и организация выполнения работ.....
3.4.3	Контроль качества выполняемых работ.....
3.4.4	Техника безопасности
3.4.1	Область применения.....
3.5	Проектирование стройгенплана.....
4.	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ
4.1	Общие положения.....
4.2	Экономическое обоснование применения варианта ограждающих кон- струкций.....
4.3	Оценка экономического эффекта от сокращения продолжительности строительства в сфере деятельности подрядной организации.....
4.4	Сметный раздел.....
4.4.1	Общие сведения для составления сметной документации в составе проекта.....
4.4.2	Объектные сметы.....
4.4.3	Сводный сметный расчет стоимости строительства.....
4.5	Технико-экономические показатели проекта.....
4.6	Расчет срока окупаемости объекта строительства.....
5.	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
5.1	Анализ условий строительства.....
5.1.1	Краткая характеристика объекта.....
5.1.2	Работы, выполняемые на строительной площадке.....
5.1.3	Выявление опасностей на строительной площадке.....
5.2	Инженерные мероприятия по безопасному проведению работ.....
5.2.1	Земляные работы.....
5.2.2	Строительно-монтажные работы.....
5.3	Инженерные решения (2 задачи).....
5.3.1	Задача №1
5.3.2	Задача №2.....
5.4	Пожарная безопасность.....
	Заключение
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

ВВЕДЕНИЕ

Привлечение профессиональной спортивной команды способствует развитию города, так как формирует новый центр потребления услуг и стимулирует реновацию территорий. Профессиональные спортивные сооружения занимают важное место в современной городской среде. **Наличие в городе профессиональной спортивной команды способствует развитию потребительского рынка и городских развлечений.** Растет интерес к профессиональному спорту в обществе, расширяется освещение в СМИ спортивных соревнований и других ярких событий из жизни команд, увеличивается интенсивность коммуникации между болельщиками и спортсменами.

Среди основных приоритетов социальной и экономической политики этого периода указывается распространение здорового образа жизни.

Важный вклад в формирование здорового образа жизни должно внести создание условий для занятий физической культурой и спортом различных групп населения.

В целях определения направлений реализации государственной политики, обеспечивающих создание условий для граждан страны вести здоровый образ жизни, систематически заниматься физической культурой и спортом, получить доступ к развитой спортивной инфраструктуре, а также повысить конкурентоспособность российского спорта, утверждена Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года.

Анализ текущей ситуации и перспективных задач отрасли показал, что в рамках реализации федеральной целевой программы «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2016-2020 годы» целесообразно обеспечить решение следующих основных задач:

1. создание условий для занятий физической культурой и массовым спортом с применением наиболее эффективных проектных решений и методических подходов;

2. развитие материально-технической базы спорта высших достижений с учетом необходимости подготовки спортсменов, в том числе по видам спорта, не включенным в программы Олимпийских и Паралимпийских игр, а также в различных природно-климатических зонах и соответствующего научного сопровождения тренировочных процессов;

3. создание условий для подготовки и совершенствования отраслевых кадров;

4. создание условий для формирования, подготовки и сохранения спортивного резерва, начиная с этапа детско-юношеского спорта.

Взам. инв. №							08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
	Подп. и дата							
Инв. № подл.								
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

1. АРХИТЕКТУРНО – ПЛАНИРОВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ

1.1 Исходные данные

- Район строительства – г. Омск
- Климатический район - IV
- Отопительный период - 221 суток
- Скоростной напор ветра (II район) - 0,30 кПа

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист	
Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						

- Вес снегового покрова (III район) - 1.8 кПа
- Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов - 220 см
- Расчетная зимняя температура воздуха: -37 С
- Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{int} = +20^{\circ}C$
- Расчетная относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_{в.в} = 50\%$
- Влажностный режим помещения – нормальный
- Зона влажности района строительства – зона 3, сухая
- Условия эксплуатации ограждающих конструкций – А

1.2 Генеральный план

Учебно-тренировочный спортивный комплекс проектируется в городе Омске. Место строительства находится вблизи Омского государственного технического университета и может использоваться для проведения занятий студентов данного учебного заведения.

Участок проектируемого спортивного комплекса находится на свободном от застройки участке между Институтской улицей и улицей Гагарина. Главный фасад ориентирован в северо-западном направлении и расположен параллельно улице Гагарина.

Общая площадь застраиваемой и озеленяемой территории - 1,3 Га.

Проектируемый комплекс располагается в жилом квартале с развитой инфраструктурой. В застройке преобладают жилые 5 – этажные здания, что позволяет прекрасно вписать спортивный комплекс в общий архитектурный ансамбль.

Внутри комплекса застройки предусмотрены проезды, пешеходные дорожки, имеется временная стоянка для личного транспорта.

Конструкция дорожных покрытий проездов и автостоянки предусматривается проектом:

- поверхностная обработка – 1,5 см;
- холодный асфальтобетон – 5 см;
- щебень – 25 см;
- песок – 15 см;
- уплотненный грунт.

Пешеходные пути:

- поверхностная обработка – 1,5 см
- холодный асфальтобетон – 3 см
- щебень – 13 см.

На территории комплекса предусмотрена посадка декоративных деревьев, кустарника, с посевом многолетних трав на газонах.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Технико-экономические показатели по генплану:

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Площадь участка	га	1,32
2	Площадь застройки	м ²	2758
3	Процент застройки	%	21
4	Площадь озеленения	м ²	7797
5	Процент озеленения	%	59
6	Площадь покрытий	м ²	2645
7	Процент покрытий	%	20

1.3 Объемно-планировочное решение

В соответствии с заданием на дипломное проектирование разработан проект спортивный центр в городе Омске. Помещение предназначено для игры в мини-футбол и занятий борьбой.

Габариты здания в плане 84x43м. Здание разделено на 2 секции. В первой секции расположен зал для игры в мини-футбол и имеет высоту 8,05м от чистого пола до низа стропильных конструкций. Вторая секция имеет 3 этажа.

На первом этаже располагаются комнаты обслуживающего персонала, раздевалки, душевые и подсобные помещения. На втором этаже расположен зал для борьбы, раздевалки и душевые. На 3 этаже располагаются венткамеры. Также в этой секции расположены 2 лестничные клетки, главный и 2 запасных выхода. Для выхода на кровлю предусмотрены 2 металлические лестницы: на торце здания и с балкона в уровне 2 этажа.

Здание спортцентра имеет подвал под лестничной клеткой №2, в котором располагается тех. помещение. Остальная часть здания не имеет подвала.

Площади всех помещений и общая площадь этажей центра представлены в экспликациях помещений на соответствующих чертежах.

Для удобства посетителей и инвалидов крыльца главных входов оборудованы пандусами. Имеются отдельные душевые и санузлы для инвалидов.

1.4 Конструктивное решение

Конструктивная схема здания решена в металлическом каркасе: металлические стропильные фермы опираются на металлические колонны. Для устройства перекрытия образуется балочная клетка с ячейкой 4x6,5 м.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

Фундаменты: под колонны - отдельностоящие монолитные из бетона В12.5. Под кирпичные стены - монолитный ленточный из бетона В12.5.

Внутренние стены: противопожарная стена, разделяющая внутреннее пространство здания на 2 секции и стены лестничных клеток выполнены из кирпича М75 на растворе М50. Толщина стен 250мм.

Наружные стены – кирпичные до низа остекления. Выше остекления стены из навесных панелей. В цокольной части выполнена облегченная кладка с утеплителем, выше цоколя кирпичная стена толщиной 250мм облицуется и утепляется по технологии «вентилируемый» фасад.

Для достижения нормативных показателей сопротивления теплопередаче наружные стены утепляются пенополистиролом $\rho=35 \text{ кг/м}^3$ в цокольной части и минеральной ватой.

Перекрытия монолитные железобетонные по профнастилу уложенному на металлические балки. Для устройства перекрытия используется бетон класса В20.

Лестницы сборные железобетонные, состоят из отдельных лестничных ступеней уложенных по прогонам двутаврового сечения. Лестничные площадки из монолитного железобетона.

Кровля утепленная, устроена по прогонам, смонтированным на сегментной ферме. Предусмотрен внутренний водосток.

Состав кровли:

- Кровельная мембрана «Protan» - 1,6мм.
- Утеплитель «Нобасил Т» 150кг/м^3 - 150мм.
- Пароизоляция.
- Профлист Н-114-600-1.0/ГОСТ 24045-86

Наружная отделка выполнена по технологии «вентилируемый» фасад с облицовкой фасадными кассетами. Цокольная часть облицовывается фасадной керамической плиткой.

Во внутренней отделке применена водоэмульсионная окраска стен. Стены, в пределах санитарного оборудования, глазурированной керамической плиткой на высоту 2,1 м, выше производится окраска масляной краской. Потолки – подвесные, с устройством в них осветительных приборов. Полы в зале для мини-футбола и борьбы деревянные, в коридорах и санузлах - керамическая плитка для полов, в помещениях обслуживающего персонала – линолеум.

На лестничной клетке, в коридорах стены окрашиваются масляной краской на высоту 1,7 м, далее вверх – водоэмульсионное покрытие.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

1.5 Инженерное оборудование здания

В здании предусмотрены все необходимые виды инженерного оборудования. Основные элементы инженерных систем устанавливаются в техподполье и на техническом этаже.

Отопление

Централизованное, от городских сетей. Приборы отопления конвекторного типа - устанавливаются во всех помещениях ограниченных наружным стенами у оконных проёмов; в вестибюлях и лестничных клетках рядом с тамбурами. Все подводки к приборам прокладываются открыто.

Расчётная температура в помещениях обслуживающего персонала +20 °С. В местах проведения тренировочных занятий расчётная температура +18°С.

Вентиляция

Приточно-вытяжная, с искусственным побуждением. Вентиляционные короба проходят в области стропильных конструкций и над подвесными потолками. Вентиляция осуществляется из спортивных залов, а также душевых и санузлов.

Электрооборудование

Централизованное, от городских сетей. Во всех помещениях устраивается проводка для освещения и розеток (напряжение 220В), в буфете имеется подводка для электроплит (напряжение 380В). Все приборы по защите и учету расхода электроэнергии находятся в техническом помещении.

На лестничных клетках, вестибюлях предусматривается аварийное освещение.

Водоснабжение и водоотведение

Централизованное, от городских сетей. В душевых и санузлах устанавливаются следующие сантехнические приборы: умывальники, душевые сетки, унитазы, писсуары. В кухне буфета предусмотрены мойки. Сточные воды спорткомплекса самотеком отводятся в сеть бытовой канализации с последующим подключением к ранее запроектированной канализационной сети трубами Ø 150 мм. Внутренняя сеть канализации запроектирована из труб ПВХ Ø 50–100 мм. Наружные сети канализации выполняются из керамических труб Ø 150 мм. На сети устанавливаются колодцы из сборных ж/б конструкций.

1.6. Охрана окружающей среды

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

1. Восстановление (рекультивация) земельного участка, предусмотренного проектом в виде частичного использования снятого плодородного слоя почвы для газонов.

2. В связи с отсутствием вредных выбросов в атмосферу, охрана воздушного бассейна проектом не предусматривается.

Так как вредные выбросы отсутствуют, охрана водных ресурсов проектом не предусматривается.

1.7 Противопожарная защита

На случай возникновения пожара в здании предусмотрены эвакуационные выходы через соответствующие двери и лестницы. Ширина марша внутренних лестниц не меньше требуемой ширины эвакуационного. Ширина лестничных площадок 1.35м соответствует требованиям СНиП 2.01.02-85 «Противопожарные нормы». Между маршами лестниц предусмотрен зазор шириной более 100 мм. Ширина коридоров по пути эвакуации соответствует нормам. Все двери на пути эвакуации открываются по ходу движения.

Здание разделено на 2 отсека кирпичной противопожарной стеной 1 типа.

Предусмотрено внутреннее пожаротушение. Вокруг здания имеется кольцевой проезд. Наружное пожаротушение производится от пожарных гидрантов, положенных на ранее запроектированной сети водопровода \varnothing 300 мм в колодцах В – 5 ПГ и В – 6 ПГ.

Расход воды на наружное пожаротушение – 20,0 л/сек.

1.8 Теплотехническое обоснование конструктивного решения наружных ограждающих конструкций

Последовательность теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций:

1. Выбор исходных данных:

- назначение здания (из задания);
- тип ограждающей конструкции (наружные стены, чердачное перекрытие, покрытие или окна);
- климатический район (из задания)
- расчетная температура внутреннего воздуха [19];
- расчетная влажность наружного воздуха.

2. Определение требуемого сопротивления теплопередаче R_{red} , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$.

Определяется по таблице 4 [20] в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства D_d , $^\circ C \cdot сут$.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут, определяют по формуле 2 [20]

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht}, \quad (1.1)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С;
 t_{ht} , z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01-99* [16] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°С (определяется для соответствующего района строительства);

3. Выбор конструктивного решения наружной ограждающей конструкции.

Примерное конструктивное решение ограждающей конструкции приведено в задании на проектирование, либо предлагается преподавателем. Ограждающие конструкции должны состоять из нескольких слоев: несущий, утепляющий, облицовочный слои. Необходимо определить расположение утеплителя по отношению к другим слоям, толщина которых известна.

4. Определение толщины утеплителя.

Сопротивление теплопередаче R_0 , м²·°С/Вт, однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле 5 СП 23-101-2004 [21]

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (1.2)$$

где $R_{si} = 1/\alpha_i$, α_i - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 7 [17];

$R_{se} = 1/\alpha_e$, α_e - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода года, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 8 [17];

R_k - термическое сопротивление ограждающей конструкции, равное сумме термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (1.3)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·°С/Вт

Термическое сопротивление каждого слоя определяется по формуле 3 [21]:

$$R = \delta/\lambda, \quad (1.4)$$

где δ - толщина слоя, м;

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°C), принимаемый по приложению Е [21].

Расчетные коэффициенты теплопроводности определяются в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций: А или Б.

Определение условий эксплуатации осуществляется в зависимости от влажностного режима помещений [20, табл. 1] и от зоны влажности [20, прил. В]

Сведя вышеизложенные формулы в одну получим:

$$R_0 = 1/\alpha_i + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_n/\lambda_n + \dots + \delta_{yt}/\lambda_{yt} + 1/\alpha_e \quad (1.5)$$

в данном случае δ_{yt} и λ_{yt} – толщина и коэффициент теплопроводности утеплителя.

Так как сопротивление теплопередаче R_0 должно быть больше или равно требуемому сопротивлению R_{red} , то для определения толщины утеплителя приравниваем R_0 к R_{red} .

Выражая из формулы 1.5 толщину утеплителя δ_{yt} и принимая вместо R_0 - R_{red} . получим

$$\delta_{yt} = (R_{red} - 1/\alpha_i - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2 - \delta_n/\lambda_n - 1/\alpha_e) \times \lambda_{yt} \quad (1.6)$$

При использовании в многослойной ограждающей конструкции гибких связей сопротивление теплопередаче необходимо корректировать с помощью коэффициента теплотехнической однородности r [17, табл. 3, прил 13].

Тогда конечная формула для определения толщины утеплителя в многослойной ограждающей конструкции примет вид:

$$\delta_{yt} = (R_{red}/r - 1/\alpha_i - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2 - \delta_n/\lambda_n - 1/\alpha_e) \times \lambda_{yt} \quad (1.7)$$

По формуле 1.7 определяется толщина утеплителя в наружных стенах, покрытиях, перекрытиях.

Исходные данные:

Назначение здания – спортивный центр.

Район строительства – г. Омск

- расчетная зимняя температура наружного воздуха в °C равной средней температуре самой холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – $t_{н} = - 37^{\circ}\text{C}$, [20, табл. 1]

- расчетная температура наружного воздуха t_{ht} - $- 8,7^{\circ}\text{C}$

- продолжительность отопительного периода z_{ht} - 221 сут.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Изнв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

- расчетная относительная влажность внутреннего воздуха – $\varphi=55\%$
- зона влажности района строительства – нормальная (III) [16, табл.1]
- условие эксплуатации – А

Согласно СНиП 23-02-2003 [20] таблица 1 расчетная средняя температура внутреннего воздуха принимается $t_{int}= +20^{\circ}\text{C}$.

Расчет утеплителя в конструкции стены.

Требуемое сопротивление теплопередаче R_{red} , ($\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)/Вт, определяется [20, табл. 4] в зависимости от градусо–суток отопительного периода района строительства $D_d, ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ [20, ф.2]

$$D_d=(t_{int}-t_{ht}) \cdot z_{ht}=(20-(-8,4)) \cdot 221= 6276 \text{ } ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

Определяем R_{red} [20, ф.1]

$$R_{red}=0,000045 \cdot 6276+0,25=3,08 \text{ (m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)/Вт.}$$

Конструктивное решение наружных стен представляет собой внутреннее ограждение из кирпича $\delta=250\text{мм}$ ($\lambda=0,81 \text{ Вт/(м} \cdot ^{\circ}\text{C)}$) с утеплением из пенополистерола $\delta=100\text{мм}$ ($\lambda=0,041 \text{ Вт/(м} \cdot ^{\circ}\text{C)}$) и наружным ограждением из «вентилируемого» фасада.

Определение толщины утеплителя

Толщина утеплителя определяется по формуле 1.7:

$$\delta_{yt} = (R_{red}/r - 1/\alpha_i - \delta_{бл}/\lambda_{бл} - 1/\alpha_e) \times \lambda_{yt}$$

где R_{red} – требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; r – коэффициент теплотехнической однородности; α_i – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, $\text{Вт}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; α_e – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\text{Вт}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; $\delta_{бл}$ – толщина кладки из блоков, м; $\lambda_{бл}$ – расчетный коэффициент теплопроводности кладки из блоков, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$; λ_{yt} – расчетный коэффициент теплопроводности утеплителя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Требуемое теплопередаче определено: $R_{red} = 3,08 \text{ m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Коэффициент теплотехнической однородности равен $r = 0,87$ [21, табл.6]

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности [20, табл.7] $\alpha_i = 8,7 \text{ Вт}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности [21] $\alpha_e = 23 \text{ Вт}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

Сопротивление теплопередаче R_0 , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, следует определять по формуле 1.5.

$$R_{si}=1/8,7=0,115 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

$$R_{se}=1/23=0,043 \quad \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Определяем толщину утеплителя

$$\delta_{ym} = \left(\frac{3,08}{0,87} - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,25}{0,7} \right) * 0,041 = 0,099 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 0,10 м.

$$R = 0,10/0,041=2,44 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

Вычисляем коэффициент теплопередаче R_0

$$R_0=0,115+2,44+0,357+0,043=2,96 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

Наружные ограждающие конструкции должны удовлетворять требуемому сопротивлению теплопередаче R_{red} для однородных конструкций наружного ограждения – и по R_0 в соответствии с 2.1* [16], при этом должно соблюдаться условие:

$$R_0 \geq R_{red}$$

$$2,96 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт} > 3,08 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт} \text{ , т.е. условие выполняется.}$$

Вывод:

Толщина утеплителя из пенополистерола в ограждающей конструкции из кирпича составляет 100 мм. При этом сопротивление теплопередаче наружной стены $R_0 = 2,96 \text{ м}^2 \text{ °C}/\text{Вт}$, что больше требуемого сопротивления теплопередаче ($R_{red} = 3,08 \text{ м}^2 \text{ °C}/\text{Вт}$) на $0,12 \text{ м}^2 \text{ °C}/\text{Вт}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

2.1 Основания и фундаменты

2.1.1 Оценка грунтов основания

Оценку грунтов основания рекомендуется выполнять послойно сверху вниз, используя сводную геолого-литологическую колонку, построенную по оси проектируемого фундамента, на которой показывают средние мощности слоёв грунта.

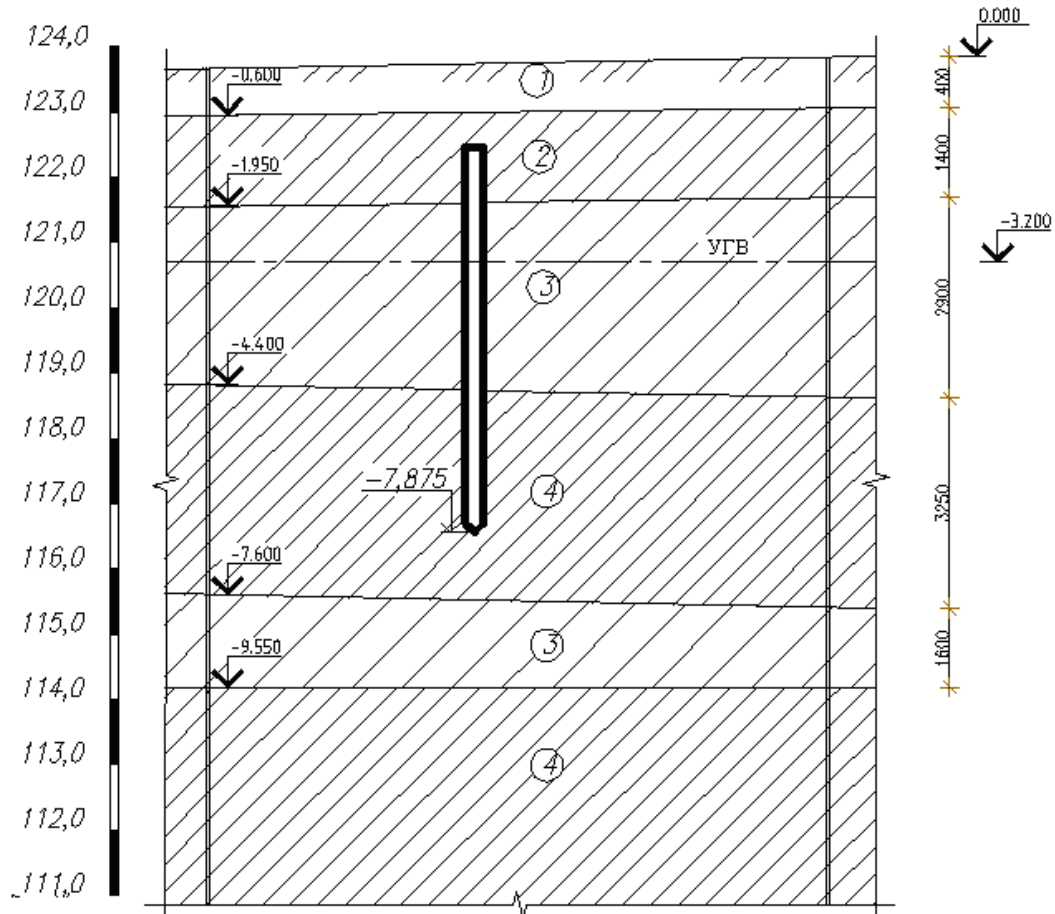


Рисунок 2.1. Инженерно – геологический разрез

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

Таблица 2.1.

Физико-механические характеристики грунтов

Номер слоя	Разновидность грунта	Плотность грунта, $\rho/\rho_{\text{л}}, \text{т/м}^3$	Плотность частиц грунта $\rho_s, \text{т/м}^3$	Природная влажность, W	Граница текучести, W_L	Граница раскатывания, W_P	Число пластичности, J_P	Показатель текучести, J_L	Коэффициент пористости, e	Степень влажности, S_r	Удельное сцепление $c/c_{\text{л}}, \text{кПа}$	Угол внутреннего трения, $\varphi/\varphi_{\text{л}}, \text{град}$	Удельное сцепление *, $c/c_{\text{л}}, \text{кПа}$	Угол внутреннего трения * $\varphi/\varphi_{\text{л}}, \text{град}$	Модуль деформации $E, \text{МПа}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Почвенно-растительный слой	$\frac{1,60}{1,62}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Суглинок тугопластичный	$\frac{1,96}{1,97}$	2,68	0,25	0,31	0,18	0,13	0,29	0,69	0,96	$\frac{15}{17}$	$\frac{17}{19}$	$\frac{16}{18}$	$\frac{18}{20}$	18,0
3	Суглинок мягкопластичный	$\frac{1,65}{1,73}$	2,69	0,21	0,23	0,17	0,06	0,55	0,75	0,75	$\frac{7}{10}$	$\frac{24}{25}$	$\frac{8}{11}$	$\frac{25}{26}$	2,0
4	Глина	$\frac{1,92}{1,95}$	2,68	0,23	0,27	0,17	0,10	0,03	0,69	0,89	$\frac{8}{10}$	$\frac{21}{22}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{22}{23}$	24,0

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma} k_z b \gamma_2 + M_q \gamma_2' d_1 + M_c c_{11}) \text{ кПа} \quad (2.1)$$

γ_{c1} – коэффициент условия работы = 1,1 (таб3 [19])

γ_{c2} – коэффициент условия работы = 1,0 (прим 2 таб3 [19])

$k = 1$

$$\gamma_2 = \rho \cdot g = 1,62 \cdot 9,81 = 15,89 \text{ кН/м}^3$$

Расчет R для слоя 1

$\varphi_2 = 25$ (задание)

$M_{\gamma} = 0,78$ (таб4 [19])

$M_q = 4,11$ (таб4 [19])

$M_c = 6,67$ (таб4 [19])

K_z – коэффициент формы = 1

$$\gamma_2 = \rho \cdot g = 1,73 \cdot 9,81 = 16,97 \text{ кН/м}^3$$

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

d1=1,5 м.

$$\gamma^{632} \frac{g \cdot (\rho_s - \rho_w)}{1+e} = \frac{9,81 \cdot (2,69 - 1)}{1,75} = 9,47 \text{ кН/м}^3 \quad (2.3)$$

$$\gamma'_{2} = \frac{\gamma_{11(1)} \cdot h_1 + \gamma_{11(2)} \cdot h_2}{1,5} = \frac{0,5 \cdot 15,89 + 1 \cdot 16,97}{1,5} = 16,61 \text{ кН/м}^3 \quad (2.4)$$

$$\gamma_2 = \frac{\gamma_{11(2)}(h_2) + \gamma_{11(3)}^{63} \cdot (h_3) + \gamma_{11(4)}^{636} \cdot h_4}{(h_1 + h_2 + h_3)} = \frac{0,3 \cdot 16,97 + 0,4 \cdot 9,47 + 1,87 \cdot 10,86 + 19,62 \cdot 1}{3,57} = 12,34 \text{ кН/м}^3$$

$$R_2 = \frac{1,01,0}{1} \cdot (0,78 \cdot 12,34 + 4,11 \cdot 1,5 \cdot 16,61 + 6,67 \cdot 10) = 178,74 \text{ кПа}$$

Расчет R для слоя 2

$\varphi_2=26$ (задание)

$M_\gamma=0,84$ (таб4 [19])

$M_q=4,37$ (таб4 [19])

$M_c=6,90$ (таб4 [19])

K_z - коэффициент формы =1

$$\gamma'_{II} = \frac{\gamma_{11(1)} \cdot h_1 + \gamma_{11(2)}(h_1) + \gamma_{11(2)}^{63} \cdot (d_2)}{d_2} = \frac{0,5 \cdot 15,89 + 1,3 \cdot 16,97 + 0,4 \cdot 9,47}{2,2} = 15,31 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_3 = \frac{1,87 \cdot 10,86 + 19,62 \cdot 1}{2,87} = 13,91 \text{ кН/м}^3$$

$$R_3 = 1,2 \cdot 1,0 \cdot (0,84 \cdot 1 \cdot 13,91 \cdot 1 + 4,37 \cdot 2,2 \cdot 15,31 + 6,90 \cdot 8) / 1 = 283,25 \text{ кН/м}^2$$

Расчет R для слоя 3

$\varphi_2=10$ (задание)

$M_\gamma=0,18$ (таб4 [19])

$M_q=1,73$ (таб4 [19])

$M_c=4,17$ (таб4 [19])

K_z - коэффициент формы =1

$$\gamma'_{4} = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 + \gamma_{11(2)}^{63} + \gamma_3 \cdot h_3}{d_3} = \frac{0,5 \cdot 15,89 + 1,3 \cdot 16,97 + 0,4 \cdot 9,47 + 1,87 \cdot 10,86}{4,07} = 13,29 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma'_{II} = \gamma_{II} = 19,62 \text{ кН/м}^3$$

$$R = 1,2 \cdot 1,0 \cdot (0,18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 19,62 + 13,29 \cdot 4,07 \cdot 1,73 + 4,17 \cdot 64) / 1 = 545,98 \text{ кН/м}^2$$

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	
Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подпись	
Дата	
08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	
Лист	

Сбор действующих нагрузок

Наименование нагрузки	Расчетная нагрузка кгс/м ²	грузовая площадь	Расчетная нагрузка кгс
• Вес плит	440·1,1		484·67,2=32525
• Вес стяжки	0,06·1800·1,1		119·67,2=7997
• Вес колонны	0,4·0,4·2500·1,1·10	67,2 м ²	4400
• Вес утеплителя	0,1·100·1.3		130·67,2=8736
• Снеговая	180	67,2 м ²	180·67,2=12096
Всего			65754

2.1.2 Определение глубины заложения ростверка

Глубина заложения ростверка H_p п.п. 2.25-2.28 [19] зависит в основном от 2-х факторов: глубины сезонного промерзания грунтов и конструктивных требований. Из двух значений H_p принимаем наибольшее.

Учёт глубины сезонного промерзания грунтов [19 пп.2.25-2.28]

Подошва ростверка должна располагаться ниже расчетной глубины сезонного промерзания грунтов:

$$H_p > d_f$$

Где d_f - расчетная глубина сезонного промерзания грунта.

$$d_f = k_h \cdot d_{fn}, \text{ где:} \quad (2.5)$$

где $k_h = 0,7$ (табл.1[19]) -коэффициент, учитывающий влияние теплового режима со-оружения - здание без подвала с полами, устраиваемыми по грунту при расчет-ной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к на-ружным фундаментам, 15°C;

d_{fn} , - нормативная глубина сезонного промерзания.

$$d_{fn} = d_0 \cdot \sqrt{M_t} \quad (2.6)$$

$d_0 = 0.3$ - для глин.

$M_t = 72,1$ - безразмерный коэффициент, численно рав-ный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе[1].

$$d_{fn} = 0,3 \cdot \sqrt{72,1} = 2,7$$

$$d_f = 0,7 \cdot 2,7 = 1,89$$

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.					

Конструктивные требования

$$N_p > N_{кон}$$

Верх монолитного стакана фундамента должен находиться ниже отметки пола как минимум на 150 мм.

Принимаю глубину заложения ростверка = 1,8 м

2.1.3 Выбор длины сваи

Минимальная длина сваи $l_{св}$ должна быть достаточной для того, чтобы прорезать слабые грунты основания и заглубиться на минимальную величину Δh в несущий слой.

Величина Δh зависит от грунта, принимаем $\Delta h_{min} = 0,5$ м ,

$$l_{св} = 0,5 + 1,7 + 1,87 + 0,5 - 1,8 = 2,77 \text{ м}$$

Принимаю сваю длиной 6 м.

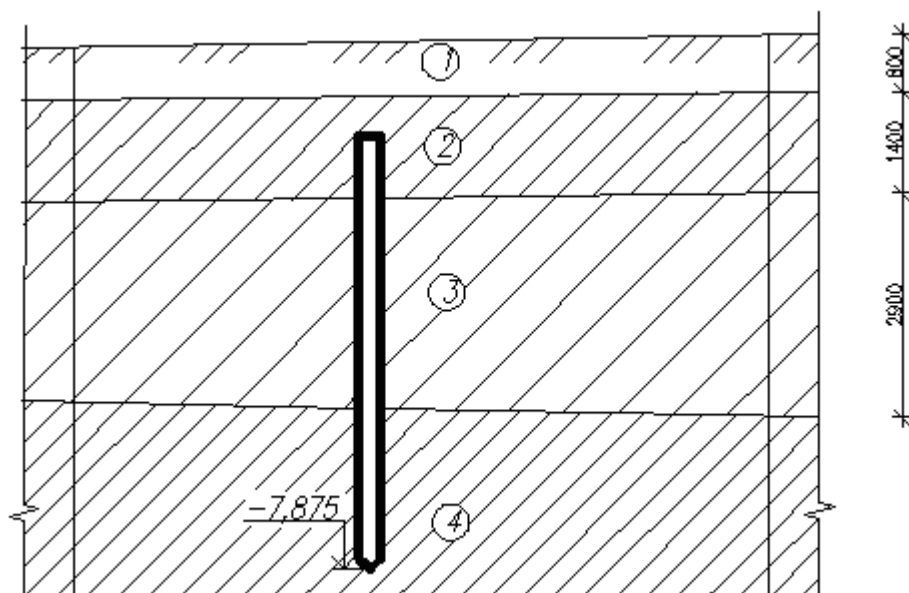


Рисунок 2.2. Схема определения несущей способности сваи

Определение несущей способности висячей сваи по сопротивлению грунта

Несущую способность считаем по формуле :

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{сR} \cdot R \cdot A + \sum \gamma_{cf} \cdot f_{ij} \cdot h_{ij}) \quad (2.7)$$

где $\gamma_c = 1$ - коэффициент условий работы сваи в грунте;

$R = 9802 \text{ кН/м}^2$ - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, принимаемое по табл. 1[20];

$A = 0,09 \text{ м}^2$ - площадь опирания сваи на грунт (30см * 30см);

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

$u = 1,2$ м - периметр поперечного сечения сваи;

f_{ij} - расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, [табл2[20]]

h_{ij} - толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи м;

$\gamma_{cr} = 1$, $\gamma_{cf} = 1$ - коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта [табл3[20]] - Погружение свай с закрытым нижним концом механическими (подвесными), паровоздушными и ди-зельными молотами.

При вычислении составляющих сил трения по боковой поверхности сваи % каждый слой грунта по высоте разбивают на участки не более 2-х м.

d_{jj} - расстояние от поверхности земли до середины участка сваи h_{ij}

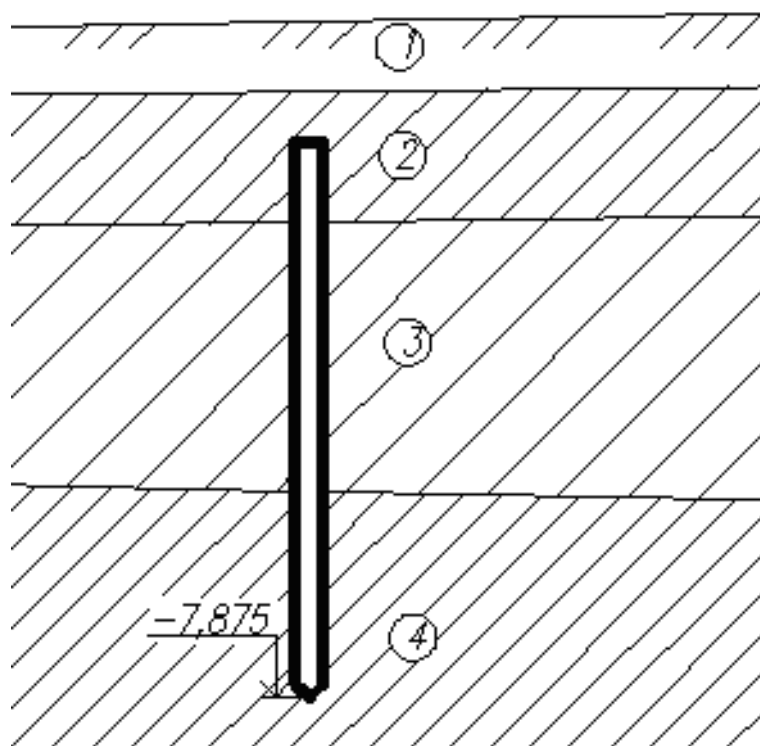


Рисунок 2.3. Схема определения несущей способности сваи

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Определение несущей способности сваи

	h_{ij}	d_{ij}	f_{ij}	$\gamma_c f_{ij} h_{ij}$
h_{11}	0.4	2	42	16.8
H_{12}	1.27	3.14	48	60.96
H_{21}	2	5.07	56	112
H_{22}	1.73	6.94	60.5	104.665
				294.425

$$F_d = 1 \cdot (1,1 \cdot 9802 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 294,425) = 1327,71 \text{ кН}$$

- Расчётное сопротивление сваи по грунту:

$$P_r = 1327,71 / 1,4 = 948,36 \text{ кН}$$

Полезная несущая способность сваи:

$$P_r' = P_r - G_{CB} \cdot \gamma_f \quad (2.8)$$

$$G_{CB} = A \cdot l_{CB} \cdot \rho \quad (2.9)$$

где G_{CB} - собственный вес сваи кН,

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

$A = 0,04 \text{ м}^2$

$\rho = 25 \text{ кН/м}^3$ - плотность бетона;

$l_{CB} = 6 \text{ м}$ - длина сваи.

$G_{CB} = 0,04 \cdot 6 \cdot 25 = 6,0 \text{ кН}$

$P_r' = 948,36 - 6 = 942,36 \text{ кН}$

2.1.4 Определение количества свай

Число свай в фундаменте и схему их размещения устанавливают расчётами по первой группе предельных состояний.

Оценка количества свай в фундаменте и схемы их размещения при центральной нагрузке.

Количество свай:

$$n = \frac{N_{\max}}{P_r' - t_{\min}^2 \cdot H_{\rho} \cdot \gamma_{cp} \cdot \gamma_f} \quad (2.10)$$

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

где N_{\max} - максимальное расчетное усилие;

t_{\min} - минимальное расстояние между осями свай, принимаем равным $t_{\min} = 3 \cdot d_{\text{СВ}}$

$t_{\min} = 3 \cdot 0,2\text{м} = 0,6\text{ м};$

$H_p = 1,8\text{м}$ - глубина заложения ростверка;

$\gamma_{\text{ср}}$ - осредненный объемный вес бетона ростверка со стаканом и грунта на уступах ростверка, $\gamma_{\text{ср}} = 20\text{ кН/м};$

$\gamma_f = 1,1$ - коэффициент надежности по нагрузке.

$P' = 942,36\text{ кН}$ - полезная несущая способность сваи

1. Для средней колонны :

$$n = \frac{657,54}{942,36 - 1,0^2 \cdot 1,8 \cdot 20 \cdot 1,1} = 6,7 \Rightarrow 7$$

Вычисляем усилия в сваях:

$$N_{\text{св}i} = \frac{N + G_p}{n} + \frac{M_y^0 x_i}{\sum_1^n x_i^2} \quad (2.11)$$

где N - вертикальные нагрузки по max и по min сочетаниям (см таблицу);

G_p - вес ростверка, определяется по формуле:

Вес ростверка:

$$G_p = a_p \cdot b_p \cdot H_p \cdot \gamma_{\text{ср}} \cdot \gamma_f \quad (2.12)$$

$a_p = 3,0\text{м}$ и $b_p = 3,0\text{м}$ - размеры ростверка.

$$G_p = 3,0 \cdot 3,0 \cdot 1,8 \cdot 20 \cdot 1,1 = 641,52\text{ кН}$$

$$N_{\text{max св}1} = \frac{657,54 + 641,52}{7} = 435,3\text{кН}$$

$$N_{\text{св} \max}^{\text{св}} = 435,30\text{ кН} < P'_r = 942,36\text{ кН} - \text{условие выполняется}$$

$$N_{\text{св} \min}^{\text{св}} = \frac{657,54 + 641,52}{7} = 435,3\text{кН} \geq 0 - \text{условие выполняется}$$

2.1.5 Расчёт конечной осадки свайного фундамента

Определение размеров подошвы условного фундамента

Расчёт свайного фундамента и его основания по деформациям следует проводить

как для условного фундамента на естественном основании [23, п. 6]

Границы условного фундамента определяются следующим образом:

- снизу- плоскостью, проходящей через нижние концы свай;
- с боков- вертикальными плоскостями, отстоящими от наружных гра-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ней крайних рядов вертикальных свай на расстояние А;

- сверху- поверхностью планировки грунта;

Размеры подошвы условного фундамента определяются по формулам :

$$a_y = a + d_c + 2\Delta \quad (2.13)$$

$$b_y = b + d_c + 2\Delta \quad (2.14)$$

$$\Delta = h * tg \frac{\varphi_{11,mt}}{4} \quad (2.15)$$

где $\varphi_{11,mt}$ - осредненное расчетное значение угла внутреннего трения в пределах высоты висячего фундамента, определяется по формулам.

$$\varphi_{11,mt} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_{11,i} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}$$

где $\varphi_{11,i}$ - расчетное значение углов внутреннего трения для отдельных пройденных сваями слоев грунта толщиной h_i .

$$\varphi_{11,mt} = \frac{0,4 \cdot 19 + 1,87 \cdot 25 + 22 \cdot 3,73}{5,95} = 16$$

Средняя:

$$b_y^{cp} = 2,0 + 2 \cdot 5,95 tg \frac{16}{4} + 0,30 = 3,60 м$$

$$a_y^{cp} = 2,0 + 2 \cdot 5,95 tg \frac{16}{4} + 0,30 = 3,60 м$$

Проверка напряжений на уровне нижних концов свай.

На уровне нижних концов свай давление в грунте от нормативных нагрузок не должен превышать расчетное сопротивление грунта.

$$P \leq R$$

Для проверки напряжений на уровне нижних концов свай определяют давление под подошвой условного фундамента:

$$P = \frac{\frac{N_{max}^{соч}}{\gamma_f} + G_{у.ф.}^н}{a_y b_y} \quad (2.16)$$

где γ_f – осредненное значение коэффициента надежности по нагрузке, принимаемое равное 1,2. $G_{у.ф.}^н$ - нормативный вес условного фундамента.

$$G_{у.ф.}^н = a_y b_y H_{у.ф.} \gamma \quad (2.17)$$

Взам. инв. №		Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

где γ – осредненный объемный вес бетона и грунта, равный 20 кН/м³

Определяем расчетное сопротивление грунта на уровне нижних концов свай:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma}k_z b \gamma_{11} + M_q d_1 \gamma_{11}^1 + c_{11} M_c) \quad (2.18)$$

Средняя колонна:

$$G_{y.ф.}^H = 3,63,65,95 \cdot 20 = 3084 \text{ кН}$$

$$P = \frac{\frac{657.54}{1,2} + 3084}{3,63,6} = 391,48 \text{ кН}$$

$$R = 1,2 \cdot 1,0 \cdot (0,18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 19,62 + 13,29 \cdot 7,8 \cdot 1,73 + 4,17 \cdot 64) / 1 = 581,22 \text{ кН/м}^2$$

$P \leq R$ Условие выполняется.

2.1.6 Определение нижней границы сжимаемой толщи основания (BC)

Для определения BC вычисляем вертикальные напряжения от собственного веса грунта:

$$\sigma_{zg} = \sum h_i \cdot \gamma_i \quad (2.19)$$

В случае наличия водоупора выше BC необходимо скорректировать эпюру природного давления, при этом ρ грунта выше WL и ниже кровли водоупора принимать не во взвешенном состоянии.

$$\sigma_{zg} = 0,5 \cdot 15,89 + 1,316,97 + 0,49,47 + 1,87 \cdot 10,86 + 3,73 \cdot 13,29 + 6,0 \cdot 9,8 = 162,47 \text{ кПа}$$

Вычисляем дополнительное вертикальное давление на основание:

$$P_0 = P - \sigma_{zg0} \quad (2.20)$$

где σ_{zg0} - вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы основания

$$\text{средняя } P_0 = 391,48 - 162,47 = 229,01 \text{ кПа}$$

Дополнительное давление вычисляем по формуле:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 \quad (2.21)$$

где α - коэффициент, принимаемый по т.1 прил. 2[20], в зависимости от формы подошвы фундамента, соотношения сторон прямоугольного фундамента и относительной глубины.

Взам. инв. №		Подп. и дата	Изм. № подл.	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						Лист
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Вычисления заносим в таблицу 4, строим эпюры вертикальных напряжений, дополнительных давлений, находим границу сжимаемой толщи основания на глубине $z = H_c$, где выполняется условие: $\sigma_{zp} = 0,2 \cdot \sigma_{zg}$

Таблица 2.4

Определение НГСТ

ξ	z	α_0	σ_{zp}
0.00	0	1	229.01
0.53	0.4	0.96	219.85
1.07	0.8	0.8	183.21
1.60	1.2	0.606	138.78
2.13	1.6	0.449	102.83
2.67	2	0.336	76.95
3.20	2.4	0.257	58.86
3.73	2.8	0.201	46.03
4.27	3.2	0.16	36.64

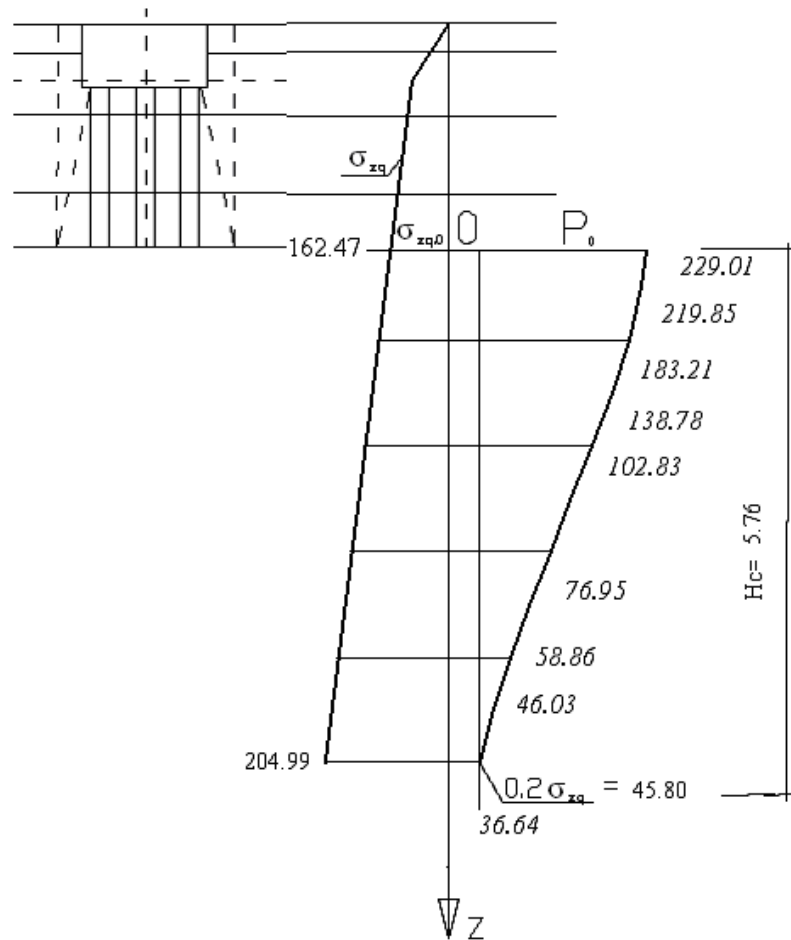


Рисунок 2.4. Определение НГСТ

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Определение осадки фундамента методом послойного суммирования

Осадка фундамента определяется по формуле:

$$S = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} \leq S_u \quad (2.22)$$

где $E_i = 24 \text{ кН/м}^2$ – модуль деформации для слоёв грунта ниже подошвы условного фундамента

n – число слоёв, на которое разбита сжимаемая толща

$S_u = \text{см}$ – предельное значение совместной деформации основания и сооружения прил.4 [19]

Средняя

$$S = (0,8/24 \cdot 10^3) \cdot (0,4 \cdot (0,5 \cdot 229,01 + 219,85 + 183,21 + 138,78 + 102,83 + 76,95 + 58,86 + 46,3 + 0,5 \cdot 36,64)) = 0,077 \text{ м}$$

$$S = 7,7 \text{ см} < [S] = 8 \text{ см}$$

Подбор марки сваи

Перемещение элемента от единичной силы

$$\delta_{FF} = \frac{A_{FF}}{\alpha_y^2 \cdot \dot{A}_a \cdot I} = \frac{2,441}{24 \cdot 10^6 \cdot 0,00125 \cdot 0,71^3} = 0,00013531$$

$$\delta_{MF} = \frac{A_{MF}}{\alpha_y^2 \cdot \dot{A}_a \cdot I} = \frac{1,621}{0,71^2 \cdot 24 \cdot 10^6 \cdot 0,00125} = 0,000063788$$

Перемещение элемента от единичного момента

$$\delta_{MM} = \frac{A_{MM}}{\alpha_y \cdot \dot{A}_a \cdot I} = \frac{1,751}{0,71 \cdot 24 \cdot 10^6 \cdot 0,00125} = 0,000048932$$

где A_{FF} , A_{MF} , A_{MM} – коэффициенты, определяемые по прил. 10 [1], при $\bar{h} = \alpha_y \cdot h$, если $\bar{h} \geq 4$, то $\bar{h} = 4$, так как сопряжение свай с ростверком принято шарнирным

α_y – коэффициент деформации

$$\alpha_y = \sqrt[5]{K \cdot d_p / E_\sigma \cdot I}$$

где K – коэффициент пропорциональности грунта [1, табл. 7.12]. При многослойных грунтах K рассчитывают по формуле (7.38) [1], Приведённое значение K получают из предположения, что влияния различных значений K_i на работу сваи уменьшаются до нуля в пределах h_m

$$h_m = 3,5d_{cs} + 1,5 = 3,5 \cdot 0,3 + 1,5 = 2,55 \text{ м}$$

Расчётный диаметр сваи определяется по формуле:

$$d_p = \kappa_y (1,5 d_{cs} + 0,5) = 1(1,5 \cdot 0,3 + 0,5) = 1,1 \text{ м}$$

где $\kappa_y = 1$ – для прямоугольного сечения сваи

$E_b = 24 \cdot 10^6 \text{ кПа}$ – начальный модуль упругости бетона

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

$I = d_{cs}^4 / 12 = 0,3^4 / 12 = 0,00125 \text{ м}^4$ - момент инерции поперечного сечения сваи

$$K_1 = 8667 \quad K_2 = 8250$$

$$K = \frac{[8667 \cdot 1,4 \cdot (1,4 + 2 \cdot 1,5) + 8250 \cdot 1,5^2]}{2,9^2} = 8555 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$\alpha_y = \sqrt[5]{8555 \cdot 1,1 / 24 \cdot 10^6 \cdot 0,00125} = 0,71$$

$$A_{FF} = 2,441; \quad A_{MF} = 1,621; \quad A_{MM} = 1,751$$

Момент в голове сваи: $M_B = 0$

Поперечная сила в голове сваи:

$$Q_B = Q_x / n$$

Принимаем сваю по серии 1.011-1 С60.30-6

2.1.7 Расчёт ростверков по I группе предельных состояний

Расчёт ростверков на продавливание колонной

Расчёт на продавливание колонной центрально-нагруженных ростверков свайных фундаментов с кустами из четырёх и более свай проводится из условия, что продавливание происходит по боковой поверхности пирамиды, высота которой равна расстоянию по вертикали от рабочей арматуры плиты до низа колонны. Меньшим основанием служит площадь сечения колонны, а боковые грани, проходящие от наружных граней колонны до внутренних граней свай, наклонённых к горизонтали под углом не менее 45° и не более угла, соответствующего пирамиде с $C = 0,4h_0$

$$F_{per} \leq \frac{2 \cdot h_0 \cdot R_{bt}}{\alpha} \cdot \left[\frac{h_0}{c_1} \cdot (b_{col} + c_2) + \frac{h_0}{c_2} (h_{col} + c_1) \right] \quad (2.23)$$

где F_{per} – расчётная продавливающая сила, равная сумме реакции всех свай, расположенных за пределами нижнего основания пирамиды продавливания,

определяемая из условия: $F_{per} = N \cdot \frac{n_1}{n}$

c_1 – расстояние от грани колонны с размером b_{col} до параллельной ей плоскости, проходящей по внутренней грани близлежащего ряда свай, расположенных за пределами нижнего основания пирамиды продавливания

c_2 – расстояние от грани колонны с размером h_{col} до параллельной ей плоскости, проходящей по внутренней грани близлежащего ряда свай, расположенных за пределами нижнего основания пирамиды продавливания

h_0 – расстояние от рабочей арматуры плиты до низа колонны

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

$$1 \leq \frac{h_0}{c_i} \leq 2.5$$

b_{col}, h_{col} - размеры колонны

α - коэффициент, учитывающий частичную передачу продольной силы на плитную часть через стенки стакана

$$\alpha = \left(1 - \frac{0,4 \cdot R_{bt} \cdot A_f}{N} \right) \geq 0,85 \quad (2.24)$$

$R_{bt} = 750$ кПа - расчётное сопротивление бетона растяжению с учётом коэффициента условий работы

$A_f = 2 \cdot (b_{col} + h_{col}) \cdot h_{anc}$ - площадь боковой поверхности колонны, заделанной в стакан фундамента

N – максимальная продольная сила, действующая в сечении колонны и верхней горизонтальной грани ростверка

Средняя колонна:

$$A_f = 2 \cdot (0,5 + 0,8) \cdot 1,07 = 3,852 \text{ м}$$

$$\alpha = \left(1 - \frac{0,4 \cdot 750 \cdot 3,852}{435,3} \right) = 1,65 \Rightarrow \text{принимается } \alpha = 0,85$$

$$F_{per} = 2 \cdot (435,3 \cdot 2) = 1741,2 \text{ кН}$$

$$F_{per} = 1741,2 \text{ кН} \leq \frac{2 \cdot 0,53 \cdot 750}{0,85} \cdot \left[\frac{0,53}{0,225} \cdot (0,5 + 0,225) + \frac{0,53}{0,225} (1,3 + 0,225) \right] = 4242,5 \text{ кН}$$

Расчёт ростверков на продавливание угловой сваей

$$F_{ai} \leq R_{bt} \cdot h_{01} \cdot \sum_{i=1}^m u_i \cdot \beta_i \quad (2.25)$$

где $F_{ai} = N_{\max}^{cg}$ - расчётная нагрузка на угловую сваю с учётом моментов в двух направлениях, включая влияние местной нагрузки

$h_{01} = 0,53$ м - рабочая высота сечения на проверяемом участке, равная расстоянию от верха свай до верхней горизонтальной грани плиты ростверка или его нижней ступени

u_i - полусумма оснований i -й боковой грани фигуры продавливания высотой h_{01} , образующейся при продавливании плиты ростверка угловой сваей

$$\beta_i = k \cdot \frac{h_{0i}}{c_{0i}}$$

Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

k - коэффициент, учитывающий снижение несущей способности плиты рост-верка в угловой зоне

$$\frac{h_{01}}{c_{01}} = \frac{0,53}{0,025} = 29,2 > 2,5 \Rightarrow \beta_1 = 1$$

$$\frac{h_{01}}{c_{02}} = \frac{0,53}{0,05} = 14,6 > 2,5 \Rightarrow \beta_2 = 1$$

Средняя колонна:

$$F_{ai} = 435,3 \leq 750 \cdot 0,53 \cdot \left[1 \cdot \left(0,475 + \frac{0,05}{2} \right) + 1 \cdot \left(0,475 + \frac{0,025}{2} \right) \right] = 540,65 \text{ кН}$$

Расчёт ростверков на изгиб

Определяем величины изгибающих моментов в сечениях 1-1 и 2-2, проходящих по краям подошвы

$$M_x = 2F \cdot 0,75 - G \cdot 1,05^2 / 2 \cdot 3,3 = 2 \cdot 435,3 \cdot 0,75 - \frac{302 \cdot 1,05^2}{3,3 \cdot 2} = 814 - 50 = 764 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_y = \frac{5302 \cdot 4}{12} \cdot 0,3 - \frac{302 \cdot 0,6^2}{2,4 \cdot 2} = 420 - 23 = 397 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Определяем требуемое сечение арматуры из стали класса А-400 ($R_s = 365$ МПа):

сечение 1-1

$$\theta = \frac{M_x}{R_b \cdot b \cdot h_{01}^2} = \frac{764000}{16 \cdot 240 \cdot 53^2} = 0,10 \quad (2.26)$$

при $\theta = 0,10$ находим $\nu = 0,948$;

$$A_{sx} = \frac{M_x}{R_s \cdot \nu \cdot h_{01}} = \frac{764000}{355 \cdot 0,948 \cdot 53} = 42,15 \text{ см}^2 \quad (2.27)$$

сечение 2-2

$$\theta = \frac{M_y}{R_b \cdot b \cdot h_{01}^2} = \frac{397000}{16 \cdot 240 \cdot 53^2} = 0,06 \quad (2.28)$$

$\nu = 0,977$;

$$A_{sy} = \frac{M_y}{R_s \cdot \nu \cdot h_{01}} = \frac{397000}{355 \cdot 0,948 \cdot 53} = 21,36 \text{ см}^2 \quad (2.29)$$

Взам. инв. №		Подп. и дата	Инд. № подл.	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						Лист
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Принимается арматура:

в продольном направлении $20\varnothing 16$ А-400

$$A_{sx} = 44,16 \text{ см}^2;$$

в поперечном направлении $15\varnothing 12$ А-400

$$A_{sy} = 22,34 \text{ см}^2.$$

2.2 Строительные конструкции

2.2.1 Расчет стропильной сегментной фермы

Сбор нагрузок на ферму

Таблица 2.5

Постоянная нагрузка

Состав покрытия	Нормативная нагрузка q_n , Н/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка q , Н/м ²
1. Гидроизоляция	50	1.3	65
2. Утеплитель $t=150$ мм плотн. 150кг/м ³	225	1.3	293
3. Пароизоляция	20	1.3	26
4. Профнастил	172	1.05	181
5. Прогоны из стального прокатного двутавра №22	80	1,05	31
6. Стальная ферма	300	1,05	315
Постоянная	1156	-	911

1. Определяем постоянную нагрузку приходящуюся на каждый узел фермы:

$$F = \left(g_{фм} \cdot \frac{(d_{лев} + d_{прав})}{2} + \frac{g_{кр} \cdot d_{лев}}{2 \cdot \cos \alpha_{лев}} + \frac{g_{кр} \cdot d_{прав}}{2 \cdot \cos \alpha_{прав}} \right) \cdot b \quad (2.30)$$

где $g_{фм} = 0,315$ кН- собственный вес конструкций фермы

$g_{кр} = 0,911 - 0,315 = 0,596$ кН- нагрузка от конструкции кровли

$d_{лев}, d_{прав} (\alpha_{лев}, \alpha_{прав})$ - размеры прилегающих к узлу панелей и углы их наклона

b – шаг ферм

$$F_1 = \left(0,315 \cdot \frac{(1+2)}{2} + \frac{0,596 \cdot 1}{2 \cdot \cos 0} + \frac{0,596 \cdot 2}{2 \cdot \cos 19} \right) \cdot 6,5 = 9,1 \text{ кН}$$

Взам. инв. №		Подп. и дата	Изм. № подл.	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						Лист
				Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

$$F_2 = \left(0.315 \cdot \frac{(2+4)}{2} + \frac{0.596 \cdot 2}{2 \cdot \cos 19} + \frac{0.596 \cdot 4}{2 \cdot \cos 15} \right) \cdot 6,5 = 18.26 \text{ кН}$$

$$F_3 = \left(0.315 \cdot \frac{(4+4)}{2} + \frac{0.596 \cdot 4}{2 \cdot \cos 15} + \frac{0.596 \cdot 4}{2 \cdot \cos 9} \right) \cdot 6,5 = 24.05 \text{ кН}$$

$$F_4 = \left(0.315 \cdot \frac{(4+4)}{2} + \frac{0.596 \cdot 4}{2 \cdot \cos 9} + \frac{0.596 \cdot 4}{2 \cdot \cos 3} \right) \cdot 6,5 = 23.8 \text{ кН}$$

$$F_5 = \left(0.315 \cdot \frac{(4+4)}{2} + \frac{0.596 \cdot 4}{2 \cdot \cos 3} + \frac{0.596 \cdot 4}{2 \cdot \cos 3} \right) \cdot 6,5 = 23.71 \text{ кН}$$

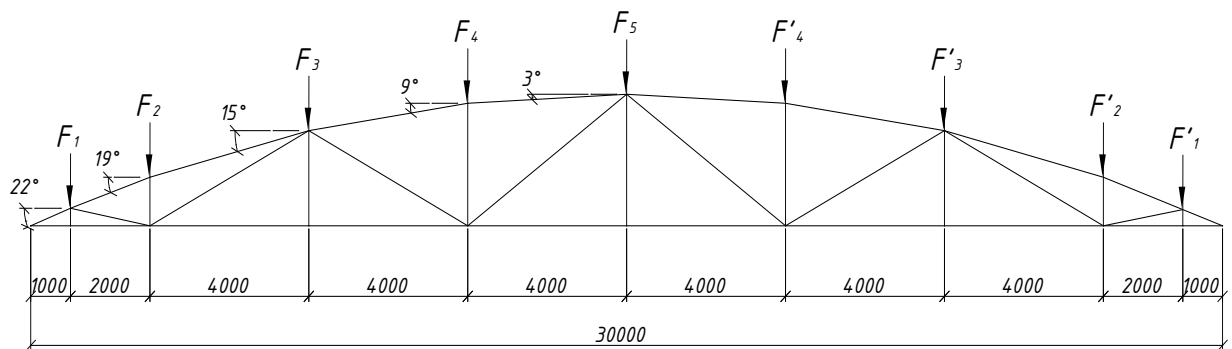


Рисунок 2.5 Нагрузка, прилегающая на каждый узел фермы

Снеговая нагрузка

Город Омск находится в III-ем снеговом районе, тогда по СНиП 2.01.07-85* расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли $s_n = 1.8$ кПа.

1. Расчетная нагрузка от снега на узлы фермы:

$$F = s_n \cdot c_e \cdot \mu \cdot b \cdot (d_{\text{лев}} + d_{\text{прав}}) / 2 \text{ кН} \quad (2.31)$$

b, d – шаг ферм и размер панелей фермы прилегающих к узлу соответственно.

$$c_e = (1.2 - 0.1v\sqrt{k})(0.8 + 0.002b) = (1.2 - 0.1 \cdot 4 \cdot \sqrt{0.65})(0.8 + 0.002 \cdot 30) = 0.755$$

где $k = 0,65$ на высоте 11м; $b = 30$ м - ширина покрытия.

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

Расчет фермы производится для следующих типов нагрузок согласно прил. 3 п. 2, п.п. 5.3 СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия":

- временной S_1 – снеговой, равномерно распределенной по покрытию

Нагрузка в узлах фермы от снеговой нагрузки распределенной по дуге:

$$F_1 = 1,8 \cdot 6,5 \cdot 0,755 \cdot (1,5 + 2) / 2 = 11,04 \text{ кН}$$

$$F_2 = 1,8 \cdot 6,5 \cdot 0,755 \cdot (2 + 4) / 2 = 26,5 \text{ кН}$$

$$F_3 = 1,8 \cdot 6,5 \cdot 0,755 \cdot (4 + 4) / 2 = 35,3 \text{ кН}$$

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист		

$$F_4 = 1,8 * 6,5 * (4+4)/2 = 35,3 \text{ кН}$$

$$F_5 = 1,8 * 6,5 * (4+4)/2 = 35,3 \text{ кН}$$

Расчет рамы веду в программном комплексе Лира 9.0

Ветровая нагрузка

Город Омск относится ко II-му ветровому району, тогда по СНиП 2.01.07-85* нормативное значение ветрового давления $w_0 = 0.23$ кПа.

Определение нормативного значения средней составляющей ветровой нагрузки w_m на высоте z над поверхностью земли:

$$w_m = w_0 * k * c,$$

где k - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте, тип местности В;

c - аэродинамический коэффициент, принимаем равным 0.8 для вертикальных стен с наветренной стороны и 0.6 - с подветренной.

Ветровая нагрузка до 5м от уровня земли воспринимается кирпичными стенами, равномерно распределенную нагрузку на верхнюю часть рамы заменяем сосредоточенной к нижнему поясу фермы.

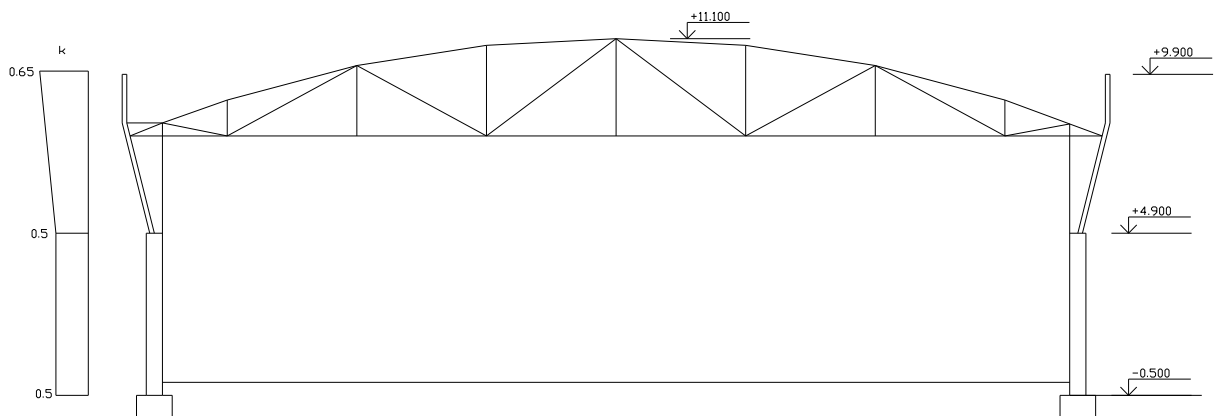


Рисунок 2.6

1. Из условия равновесия: $\sum M_i = k_{cp} * H^2 / 2 \Rightarrow k_{cp} = 2 * \sum M_i / H^2$

$$k_{cp} = 2 * (0,5 * 5 * 2,6 + 1/2 * 0,15 * 5 * 3,43) / 5^2 = 0.623$$

2. Найдем эквивалентные действию ветра равномерно распределенные нагрузки:

а) наветренная сторона: $q_w = \gamma_w * w_0 * k_{cp} * c * B = 1.4 * 0.23 * 0.623 * 0.8 * 6.5 = 1.043 \text{ кН/м}$;

где $\gamma_w = 1.4$ коэффициент надежности по ветровой нагрузке;

$B = 6,5 \text{ м}$ - расстояние между фермами.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

б) подветренная сторона: $q'_w = \gamma_w * w_0 * k_{cp} * c * B = 1.4 * 0.23 * 0.623 * 0.6 * 6.5 = 0.782$ кН/м

3. Сосредоточенные силы от ветровой нагрузки:

а) наветренная сторона: $F_w = q_w * h = 1.043 * 5 = 5.22$ кН;

б) подветренная сторона: $F'_w = q'_w * h = 0.782 * 5 = 3.91$ кН.

где $h=5$ м – расстояние от верха кирпичной стены до верха парапета.

2.2.2. Определение усилий в стержнях фермы

Примем следующую нумерацию стержней фермы:

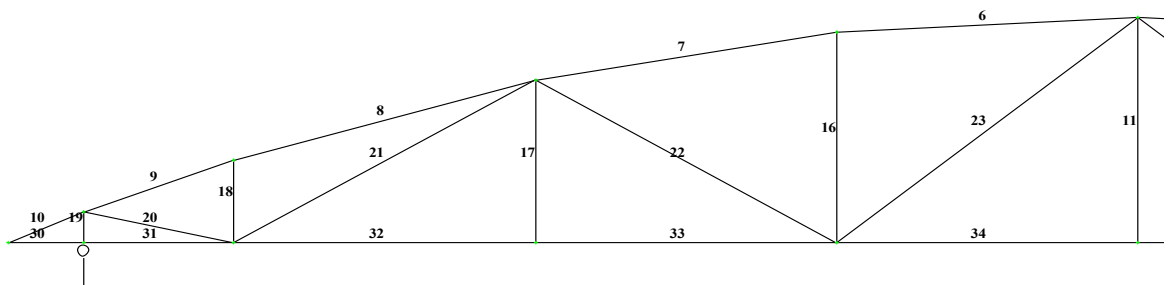


Рисунок 2.7 Нумерация стержней фермы

По результатам расчетов стропильной полигональной фермы в программном комплексе Lira составим таблицу:

Таблица 2.6

Расчетные усилия в стержнях ферм, кН

Элемент	№ стержней	Усилия от постоянной нагрузки	Усилия от снеговой нагрузки S1	Расчетные усилия	
				Растяжение	Сжатие
		1	2		
Верхний пояс	10	0.0	0.0	-	0.0
	9	-150.3	-221.0	-	-371.3
	8	-146.8	-216.0	-	-362.8
	7	-194.4	-287.2	-	-481.6
	6	-192.3	-284.0	-	-476.4
Нижний пояс	30	0.0	0.0	0.0	-
	31	-0.1	-0.1	-	-0.2
	32	182.0	268.3	450.3	-
	33	182.0	268.3	450.3	-
	34	195.1	288.2	483.3	-

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

стойки	19	-87.1	-125.8	-	-212.9
	18	-6.6	-9.3	-	-15.8
	17	0.0	0.0	-	-
	16	-3.2	-4.8	-	-8.0
	11	0.0	0.0	-	-
Раскосы	20	144.6	212.8	357.4	-
	21	-45.7	-68.0	-	-113.8
	22	11.4	17.3	28.8	-
	23	-3.8	-5.8	-	-9.6

2.2.3. Подбор сечений стержней фермы

Материал конструкций фермы – сталь С245. Для нее по табл. 51 СНиП II-23-81 определяем, что расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$.

Подбор сечений элементов верхнего пояса фермы

Элемент 6, 7

Расчетное усилие $N = -481,6 \text{ кН}$.

Расчетные длины стержня:

$l_x = 400 \text{ см}; l_y = 400 \text{ см}$.

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков. Зададимся гибкостью в пределах рекомендуемых для поясов ферм:

$\lambda = 80$.

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,73. \quad (2.32)$$

Тогда по табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,686$. Следовательно, требуемая площадь поперечного сечения 1 уголка:

$$A_{mp} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{481,6}{2 \cdot 0,686 \cdot 24 \cdot 0,95} = 15,4 \text{ см}^2. \quad (2.33)$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 110×8. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 17,2 \times 2 = 34,4 \text{ см}^2$, $i_x = 3,39 \text{ см}$, $i_y = 4,87 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{400}{3,39} = 118; \quad (2.34)$$

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{400}{4.87} = 82.1.$$

По максимальной (перпендикулярной осям $x-x$) гибкости определим условную гибкость:

$$\bar{\lambda}_{\max} = 118 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 4.02. \quad (2.35)$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,432$.

Проверим несущую способность выбранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{481.6}{0,432 \cdot 34.4} = 32.4 \text{ кН/см}^2 > R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Получили большое перенапряжение, поэтому изменим уже выбранное сечение, задав гибкость $\lambda = 100$.

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 100 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 3.41 \quad (2.36)$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,536$. Следовательно, требуемая площадь поперечного сечения:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{481.6}{2 \cdot 0,536 \cdot 24 \cdot 0,95} = 19.7 \text{ см}^2. \quad (2.37)$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 125×8. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 19,7 \times 2 = 39,4 \text{ см}^2$, $i_x = 3,87 \text{ см}$, $i_y = 5,46 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{400}{3.87} = 103;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{400}{5.48} = 73.$$

По максимальной (перпендикулярной осям $x-x$) гибкости определим условную гибкость:

$$\bar{\lambda}_{\max} = 103 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 3.54.$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,519$.

Проверим несущую способность выбранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{481.6}{0,519 \cdot 39.4} = 23.5 \text{ кН/см}^2 > R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2. \quad (2.38)$$

Перенапряжение в пределах 5% допускается поэтому оставляем данное сечение стержня.

Взам. инв. №		Подп. и дата		Изм. № подл.		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

В соответствии с табл. 19 СНиПа предельная гибкость равна

$$[\lambda] = 180 - 60\alpha,$$

$$\text{где } \alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{481.6}{0,519 \cdot 39.4 \cdot 24 \cdot 0,95} = 1.03,$$

Следовательно:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot 1.03 = 118,$$

что удовлетворяет подобранному сечению:

$$\lambda_{\max} = \lambda_x = 103 < [\lambda].$$

Условия соблюдаются следовательно окончательно принимаем сечение из двух уголков 125×8.

Элемент 8

Расчетное усилие $N = -362,8$ кН.

Расчетные длины стержня:

$$l_x = 400 \text{ см}; l_y = 400 \text{ см}.$$

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков. Зададим-ся гибкостью в пределах рекомендуемых для поясов ферм:

$$\lambda = 80$$

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,73.$$

Тогда по табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,686$. Следовательно, требуемая площадь поперечного сечения 1 уголка:

$$A_{mp} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{362.8}{2 \cdot 0,686 \cdot 24 \cdot 0,95} = 12.39 \text{ см}^2.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 100×7. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 13,8 \times 2 = 27,6 \text{ см}^2$, $i_x = 3,08$ см, $i_y = 4,44$ см (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{400}{3.08} = 130;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{400}{4.44} = 90.1.$$

По максимальной (перпендикулярной осям $x-x$) гибкости определим условную гибкость:

$$\bar{\lambda}_{\max} = 130 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 4.44.$$

Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,362$.

Проверим несущую способность подобранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{362,8}{0,362 \cdot 27,6} = 38,4 \text{ кН/см}^2 > R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Получили большое перенапряжение, поэтому изменим уже подобранное сечение, задав гибкость $\lambda = 105$.

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 100 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 3,58$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,512$. Следовательно, требуемая площадь поперечного сечения:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{362,8}{2 \cdot 0,512 \cdot 24 \cdot 0,95} = 16,4 \text{ см}^2.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 125×8. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 19,7 \times 2 = 39,4 \text{ см}^2$, $i_x = 3,87 \text{ см}$, $i_y = 5,46 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{400}{3,87} = 103;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{400}{5,46} = 73,3$$

По максимальной (перпендикулярной осям $x-x$) гибкости определим условную гибкость:

$$\bar{\lambda}_{max} = 103 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 3,52.$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,525$.

Проверим несущую способность подобранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{362,8}{0,525 \cdot 39,4} = 18,5 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

В соответствии с табл. 19 СНиПа предельная гибкость равна

$$[\lambda] = 180 - 60\alpha,$$

где

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{362,8}{0,525 \cdot 39,4 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,812,$$

Следовательно:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot 0,812 = 131,3,$$

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

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

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

что удовлетворяет подобранному сечению:

$$\lambda_{\max} = \lambda_x = 103 < [\lambda].$$

Условия соблюдаются следовательно окончательно принимаем сечение из двух уголков 125×8.

Элемент 9

Расчетное усилие $N = -371.3$ кН.

Расчетные длины стержня:

$$l_x = 210 \text{ см}; l_y = 210 \text{ см}.$$

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков. Зададимся гибкостью в пределах рекомендуемых для поясов ферм:

$$\lambda = 80$$

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,73.$$

Тогда по табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,686$. Следовательно, требуемая площадь поперечного сечения 1 уголка:

$$A_{np} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{371.3}{2 \cdot 0,686 \cdot 24 \cdot 0,95} = 12.5 \text{ см}^2.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 90×7. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 12,3 \times 2 = 24,6 \text{ см}^2$, $i_x = 2,77$ см, $i_y = 4,06$ см (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{210}{2.77} = 75.8;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{210}{4.06} = 51.7.$$

По максимальной (перпендикулярной осям $x-x$) гибкости определим условную гибкость:

$$\bar{\lambda}_{\max} = 75.8 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2.59.$$

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,721$.

Проверим несущую способность выбранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{371.3}{0,721 \cdot 24.6} = 22.1 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Условие соблюдается.

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{371.3}{0,721 \cdot 24.6 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,968,$$

Следовательно:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot 0,968 = 122,$$

что удовлетворяет выбранному сечению:

$$\lambda_{\max} = \lambda_x = 75.8 < [\lambda].$$

Условия соблюдаются следовательно окончательно принимаем сечение из двух уголков 90×7.

Подбор сечений элементов нижнего пояса фермы

Элемент 32, 33, 34.

Расчетные усилия: растяжение $N = 483,3$ кН;

Требуемая площадь поперечного сечения:

$$A_{\text{тп}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{483.3}{2 \cdot 24 \cdot 0,95} = 10.6 \text{ см}^2.$$

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков 90×6. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 10,6 \times 2 = 21,2 \text{ см}^2$, $i_x = 2,78 \text{ см}$, $i_y = 4,04 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Проверим несущую способность выбранного сечения при растяжении:

$$\sigma = N/A = 483,2/21,2 = 22,8 \text{ кН/см}^2 = R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны $\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{400}{2.78} = 144$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{800}{4.04} = 197$$

В соответствии с таблицей 20 СНиПа II-23-81* предельная гибкость равна $[\lambda] = 250$,

Оставляем принятое сечение из двух уголков 90×6.

Элемент 30, 31

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

Т. к максимальное усилие в этих стержнях не велико $N = 17,9$ кН то сечение принимаем конструктивно из двух уголков 50×5

Подбор сечений раскосов фермы

Элемент 20

Расчетное усилие: $N = 357,4$ кН.

Требуемая площадь поперечного сечения:

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{357,4}{2 \cdot 24 \cdot 0,95} = 7,83 \text{ см}^2.$$

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков 75×6 . Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 8,78 \times 2 = 17,56 \text{ см}^2$, $i_x = 2,3$ см, $i_y = 3,44$ см (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Проверим несущую способность подобранного сечения при растяжении:

$$\sigma = N/A = 357,4/17,56 = 20,35 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Оставляем принятое сечение из двух уголков 75×6 .

Элемент 21

Расчетное усилие $N = -113,8$ кН.

Расчетные длины стержня:

$$l_x = 455 \text{ см}; l_y = 455 \text{ см}.$$

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков. Зададим-ся гибкостью в пределах рекомендуемых для поясов ферм:

$$\lambda = 80$$

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,73.$$

Тогда по табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,686$. Следовательно, требуемая площадь поперечного сечения 1 уголка:

$$A_{mp} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{113,8}{2 \cdot 0,686 \cdot 24 \cdot 0,95} = 3,92 \text{ см}^2.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 50×5 . Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 4,88 \times 2 = 9,76 \text{ см}^2$, $i_x = 1,53$ см, $i_y = 2,45$ см (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{455}{1,53} = 297;$$

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{455}{2.45} = 186.$$

Гибкость слишком велика. Дальнейший расчет площади стержня произведем по максимальной гибкости для сжатого раскоса $\lambda=150$.

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda_x} = \frac{455}{150} = 3.03.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 100×7 . Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 13,8 \times 2 = 27,6 \text{ см}^2$, $i_x = 3,08 \text{ см}$, $i_y = 4,44 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{455}{3.08} = 148;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{455}{4.44} = 102.$$

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 148 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 5.05$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,285$.

Проверим несущую способность подобранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{113.8}{0,285 \cdot 27.6} = 14.7 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Условие соблюдается.

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{113.8}{0,285 \cdot 27.6 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,751,$$

Следовательно:

$$[\lambda] = 210 - 60 \cdot 0.751 = 164,$$

что удовлетворяет подобранному сечению:

$$\lambda_{\max} = \lambda_x = 148 < [\lambda].$$

Условия соблюдаются следовательно окончательно принимаем сечение из двух уголков 100×7 .

Элемент 23

Расчетное усилие сжатие $N = -9,6 \text{ кН}$.

Расчетные длины стержня:

$$l_x = 500 \text{ см}; l_y = 500 \text{ см}.$$

Т.к усилия малы и присутствуют напряжения сжатия, сечение раскосов подбираем по максимальной гибкости стержней $\lambda=180$

Взам. инв. №		Подп. и дата		Изм. № подл.		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda_x} = \frac{500}{180} = 2.77.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 90×7. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 13,8 \times 2 = 27,6 \text{ см}^2$, $i_x = 2,77 \text{ см}$, $i_y = 4,06 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Элемент 22

Т. к. максимальное усилие не велико $N = 28,8 \text{ кН}$ то сечение принимаем конструктивно из двух уголков 50×5

Подбор сечений стоек фермы

Элемент 19

Расчетное усилие $N = -212.9 \text{ кН}$.

Расчетные длины стержня:

$$l_x = 40 \text{ см}; l_y = 40 \text{ см}.$$

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков. Зададимся гибкостью в пределах рекомендуемых для поясов ферм:

$$\lambda = 80$$

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2,73.$$

Тогда по табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,686$. Следовательно, требуемая площадь поперечного сечения 1 уголка:

$$A_{mp} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{212.9}{2 \cdot 0,686 \cdot 24 \cdot 0,95} = 6.61 \text{ см}^2.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 70×5. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 6,86 \times 2 = 13,72 \text{ см}^2$, $i_x = 2,16 \text{ см}$, $i_y = 3,22 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{40}{2.16} = 18.5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{40}{3.22} = 12.4.$$

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 18.5 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 0.631$$

Взам. инв. №		Подп. и дата		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,966$.

Проверим несущую способность выбранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{212,9}{0,966 \cdot 13,72} = 15,6 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Имеем недонапряжение. Принимаем уголок с меньшей площадью поперечного сечения 50×5. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 4,88 \times 2 = 9,76 \text{ см}^2$, $i_x = 1,53 \text{ см}$, $i_y = 2,45 \text{ см}$ (принимаем толщину фанки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{40}{1,53} = 26;$$

Тогда условная гибкость

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 26 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 0,706$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,959$.

Проверим несущую способность выбранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{212,9}{0,959 \cdot 9,76} = 22,7 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Условия соблюдаются следовательно окончательно принимаем сечение из двух уголков 50×5.

Элемент 11, 16, 17, 18

Т.к усилия малы и присутствуют напряжения сжатия сечение раскосов подбираем по максимальной гибкости стержней $\lambda=180$

Расчетные длины стержня 11:

$$l_x = 300 \text{ см}; l_y = 300 \text{ см}.$$

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda_x} = \frac{300}{180} = 1,66.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 63×5. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 6,13 \times 2 = 12,26 \text{ см}^2$, $i_x = 1,94 \text{ см}$, $i_y = 2,96 \text{ см}$ (принимаем толщину фанки 10 мм).

Расчетные длины стержня 16:

$$l_x = 280 \text{ см}; l_y = 280 \text{ см}.$$

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda_x} = \frac{280}{180} = 1,56.$$

Взам. инв. №							08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
	Подп. и дата							
Инв. № подл.								
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 63×5. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 6,13 \times 2 = 12,26 \text{ см}^2$, $i_x = 1,94 \text{ см}$, $i_y = 2,96 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные длины стержня 17:

$$l_x = 210 \text{ см}; l_y = 210 \text{ см}.$$

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda_x} = \frac{210}{180} = 1.17.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 50×5. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 4,88 \times 2 = 9,76 \text{ см}^2$, $i_x = 1,53 \text{ см}$, $i_y = 2,45 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные длины стержня 18:

$$l_x = 110 \text{ см}; l_y = 110 \text{ см}.$$

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda_x} = \frac{110}{180} = 0.611.$$

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 50×5. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 4,88 \times 2 = 9,76 \text{ см}^2$, $i_x = 1,53 \text{ см}$, $i_y = 2,45 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

2.2.4. Расчет сварных швов

Для сварки узлов фермы применяем полуавтоматическую сварку проволокой Св-08 диаметром $d = 1.4-2 \text{ мм}$, для которой по таблице 4 СНиПа находим, что нормативное сопротивление металла шва: $R_{w,un} = 410 \text{ МПа}$.

Коэффициенты условий работы шва $\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1.0$ по п.11.2 СНиПа.

Согласно таблице 3 СНиПа расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу шва:

$$R_{wf} = 0.55 * R_{w,un} / \gamma_{wm} = 0.55 * 41 / 1.25 = 18 \text{ кНсм}^2, \quad (2.39)$$

где $\gamma_{wm} = 1.25$ - коэффициент надежности по материалу шва.

По таблице 3 СНиПа расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу границы сплавления:

$$R_{wf} = 0.45 * R_{un} = 0.45 * 36 = 16.2 \text{ кНсм}^2, \quad (2.40)$$

где $R_{un} = 360 \text{ МПа}$ - временное сопротивление стали (С235).

По таблице 34 СНиПа для выбранного типа сварки примем соответствующие коэффициенты для расчета углового шва:

- $\beta_f = 0.9$ – по металлу шва;

- $\beta_z = 1.05$ – по металлу границы сплавления.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Определим, какое сечение в соединении является расчетным:

$$\beta_f \cdot R_{wf} = 0.9 \cdot 18 = 16.2 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.05 \cdot 16.2 = 17 \text{ кНсм}^2. \quad (2.41)$$

Делаем вывод, что расчетным является сечение по металлу шва.

Длина сварных швов определяется по формуле:

$$l_w = N/2 \cdot k_f \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} + 1 \text{ см} \quad (2.42)$$

Таблица 2.7

Расчет шва

№ стержня	Сечение	N, кН	Шов по обушке			Шов по перу		
			N _{об} , кН	k _f , см	l _w , см	N _п , кН	k _f , см	l _w , см
6,7	125x8	481.6	337.12	0.8	27.01	144.48	0.6	15.86
8	125x8	362.8	253.96	0.8	20.60	108.84	0.6	12.20
9	90x7	371.3	259.91	0.6	27.74	111.39	0.5	14.75
32,33,34	90x6	483.3	338.31	0.6	35.81	144.99	0.5	18.90
19	50x5	212.9	149.03	0.6	14.02	63.87	0.5	8.89
20	75x6	357.4	250.18	0.6	26.67	107.22	0.5	14.24
21	100x7	113.8	79.66	0.6	9.20	34.14	0.5	5.21

Примечание к таблице: N_{об} = 0.7N

$$N_{п} = 0.3N$$

Для стержней 10,11,16,17,18,22,23,30 и 31 длину шва принимаем конструктивно: по перу l_w=20мм, по обушке l_w=50мм. Катет шва k_f=5мм.

2.2.5 Расчет треугольной стропильной фермы

Сбор нагрузок на ферму

Постоянная нагрузка

Таблица 2.8

Состав покрытия	Нормативная нагрузка q _n , Н/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка q, Н/м ²
1. Гидроизоляция	50	1.3	65
2. Утеплитель t=150мм плотн. 150кг/м ³	225	1.3	293
3. Пароизоляция	20	1.3	26
4. Профнастил	172	1.05	181
5. Прогоны из стального прокатного двутавра №22	80	1,05	31
6. Стальная ферма	300	1,05	315
Постоянная	1156	-	911

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

1. Определяем постоянную нагрузку приходящуюся на каждый узел фермы:

$$F = \left(g_{\phi м} \cdot \frac{d}{2} + \frac{g_{кр} \cdot d}{\cos \alpha} \right) \cdot b \quad (2.43)$$

где $g_{\phi м} = 0.315$ кН - собственный вес конструкций фермы

$g_{кр} = 0,911 - 0,315 = 0,596$ кН - нагрузка от конструкции кровли

d, α - размеры прилегающих к узлу панелей и углы их наклона

b - шаг ферм

$$F_1 = \left(0.315 \cdot \frac{1+2}{2} + \frac{0.596 \cdot 3}{2 \cdot \cos 12} \right) \cdot 6.5 = 9.01 \text{ кН}$$

$$F_2 = \left(0.315 \cdot \frac{5}{2} + \frac{0.596 \cdot 5}{2 \cdot \cos 12} \right) \cdot 6.5 = 15.02 \text{ кН}$$

$$F_3 = F_4 = F_5 = F_6 = \left(0.315 \cdot \frac{6}{2} + \frac{0.596 \cdot 6}{2 \cdot \cos 12} \right) \cdot 6.5 = 18.02 \text{ кН}$$

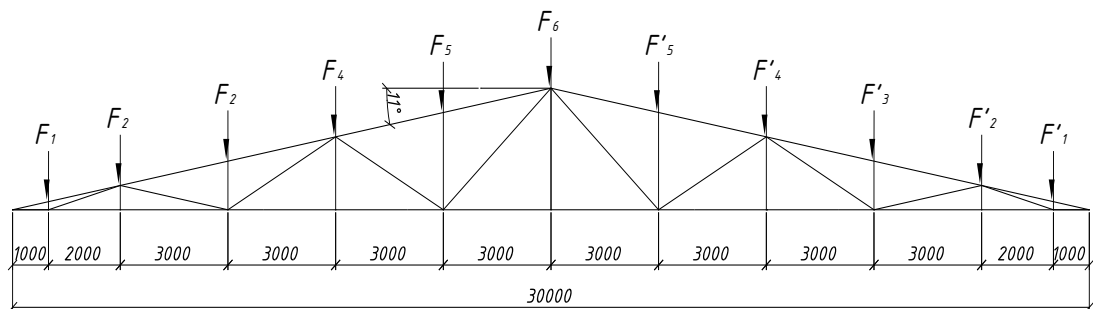


Рисунок 2.8 Нагрузка, проходящая на каждый узел фермы

Снеговая нагрузка

Город Омск находится в III-ем снеговом районе, тогда по СНиП 2.01.07-85* нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли $s_n = 1.8$ кПа.

1. Расчетная нагрузка от снега на узлы фермы:

$$F = s_n \cdot c_e \cdot \mu \cdot b \cdot (d_{\text{лев}} + d_{\text{прав}}) / 2 \text{ кН} \quad (2.44)$$

b, d - шаг ферм и размер панелей фермы прилегающих к узлу соответственно.

$$c_e = (1.2 - 0.1v\sqrt{k})(0.8 + 0.002b) = (1.2 - 0.1 \cdot 4 \cdot \sqrt{0.65})(0.8 + 0.002 \cdot 30) = 0.755$$

где $k = 0,65$ на высоте 11м; $b = 30$ м - ширина покрытия.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Изм. инв. №	Подп. и дата	Изм. № подл.	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

$\mu=1$ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие.

Расчет фермы производится для следующих типов нагрузок согласно прил. 3 п. 2, п.п. 5.3 СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия":

- временной S_1 – снеговой, равномерно распределенной по покрытию.

Нагрузка в узлах фермы от снеговой нагрузки:

$$F_1 = 1,8 * 6,5 * 0,755 * (1,5 + 2) / 2 = 15,45 \text{ кН}$$

$$F_2 = 1,8 * 6,5 * 0,755 * (2 + 3) / 2 = 22,1 \text{ кН}$$

$$F_3 = F_4 = F_5 = F_6 = 1,8 * 6,5 * 0,755 * (3 + 3) / 2 = 26,5 \text{ кН}$$

2.2.6 Определение усилий в стержнях фермы

Примем следующую нумерацию стержней фермы:

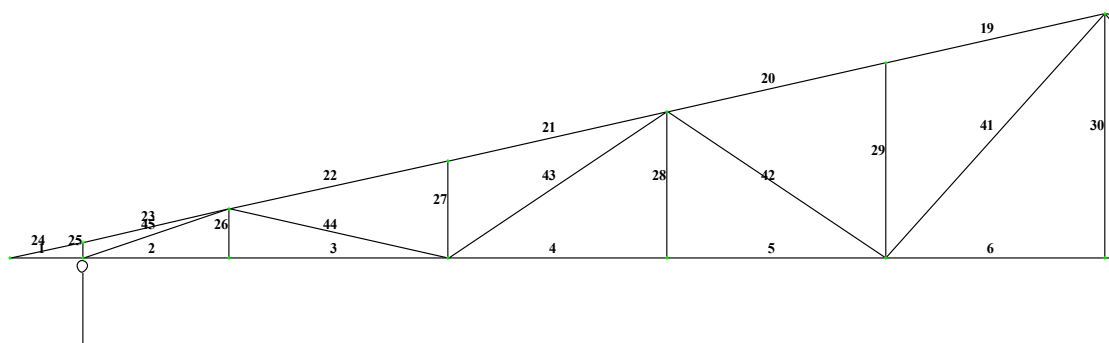


Рисунок 2.9 Нумерация стержней фермы

По результатам расчетов стропильной треугольной фермы в программном комплексе Lira составим таблицу:

Таблица 2.9

Расчетные усилия в стержнях ферм, кН.

Элемент	№ стержней	Усилия от постоянной нагрузки	Усилия от снеговой нагрузки S_1	Расчетные усилия	
				Растяжение	Сжатие
		1	2		
Верхний пояс	19	-238.6	-302.6	-	-541.2
	20	-238.6	-302.6	-	-541.2
	21	-293.5	-342.6	-	-636.2
	22	-293.5	-342.6	-	-636.2

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Принимаем сечение из двух равнополочных уголков 125×8. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 19.7 \times 2 = 39.4 \text{ см}^2$, $i_x = 3.87 \text{ см}$, $i_y = 5.46 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Расчетные гибкости стержня в плоскостях, перпендикулярных осям $x-x$ и $y-y$, соответственно равны

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{3.87} = 77.5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{5.46} = 55.$$

По максимальной (перпендикулярной осям $x-x$) гибкости определим условную гибкость:

$$\bar{\lambda}_{\max} = 77.5 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 2.65.$$

По табл. 72 СНиПа находим, $\varphi = 0,708$.

Проверим несущую способность выбранного сечения

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{541.2}{0,708 \cdot 39.4} = 19.4 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Условие соблюдается, следовательно, окончательно принимаем сечение из двух уголков 125×8.

Элемент 2

Расчетное усилие: $N = 535.8 \text{ кН}$.

Требуемая площадь поперечного сечения:

$$A_{\text{треб}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{535.8}{2 \cdot 24 \cdot 0,95} = 11.75 \text{ см}^2.$$

Принимаем тавровое сечение из двух равнополочных уголков 90×7. Для него выпишем из сортамента следующие величины: $A = 12.3 \times 2 = 24.6 \text{ см}^2$, $i_x = 2.77 \text{ см}$, $i_y = 4.06 \text{ см}$ (принимаем толщину фасонки 10 мм).

Проверим несущую способность выбранного сечения при растяжении:

$$\sigma = N/A = 535.8/24.6 = 21.7 \text{ кН/см}^2 \approx R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0.95 = 22.8 \text{ кН/см}^2.$$

Оставляем принятое сечение из двух уголков 90×7.

По такому же принципу подбираем сечение всех остальных стержней.

2.2.8. Расчет сварных швов

Для сварки узлов фермы применяем полуавтоматическую сварку проволокой Св-08 диаметром $d = 1.4-2 \text{ мм}$, для которой по таблице 4 СНиПа находим, что нормативное сопротивление металла шва: $R_{w,un} = 410 \text{ МПа}$.

Коэффициенты условий работы шва $\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1.0$ по п.11.2 СНиПа.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Согласно таблице 3 СНиПа расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу шва:

$$R_{wf} = 0.55 * R_{w,un} / \gamma_{wm} = 0.55 * 41 / 1.25 = 18 \text{ кНсм}^2,$$

где $\gamma_{wm} = 1.25$ - коэффициент надежности по материалу шва.

По таблице 3 СНиПа расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу границы сплавления:

$$R_{wf} = 0.45 * R_{un} = 0.45 * 36 = 16.2 \text{ кНсм}^2,$$

где $R_{un} = 360$ МПа - временное сопротивление стали (С235).

По таблице 34 СНиПа для выбранного типа сварки примем соответствующие коэффициенты для расчета углового шва:

- $\beta_f = 0.9$ – по металлу шва;
- $\beta_z = 1.05$ – по металлу границы сплавления.

Определим, какое сечение в соединении является расчетным:

$$\beta_f * R_{wf} = 0.9 * 18 = 16.2 < \beta_z * R_{wz} = 1.05 * 16.2 = 17 \text{ кНсм}^2.$$

Делаем вывод, что расчетным является сечение по металлу шва.

Длина сварных швов определяется по формуле:

$$l_w = N/2 * k_f * \beta_f * R_{wf} * \gamma_{wf} + 1 \text{ см.}$$

Таблица 2.10

Расчет шва

№ стержня	Сечение	N, кН	Шов по обушке			Шов по перу		
			N _{об} , кН	k _f , см	l _w , см	N _п , кН	k _f , см	l _w , см
19,20	125x8	541.2	378.84	0.7	34.41	162.36	0.6	17.70
21,22	125x9	636.2	445.34	0.8	35.36	190.86	0.6	20.64
2,3	90x7	535.8	375.06	0.6	39.59	160.74	0.5	20.84
4,5	90x7	570.3	399.21	0.6	42.07	171.09	0.5	22.12
6	90x6	441.5	309.05	0.5	39.15	132.45	0.5	17.35
25	50x5	15.6	10.92	0.5	2.35	4.68	0.5	1.58
27,29	50x5	33.9	23.73	0.5	3.93	10.17	0.5	2.26
41	50x5	98.3	68.81	0.5	9.50	29.49	0.5	4.64
42	70x5	69.2	48.44	0.5	6.98	20.76	0.5	3.56
43	50x5	39.4	27.58	0.5	4.40	11.82	0.5	2.46
44	50x5	69.2	48.44	0.5	6.98	20.76	0.5	3.56
45	125x8	580	406	0.7	36.80	174	0.5	22.48

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Примечание к таблице: $N_{об} = 0.7N$

$$N_{п} = 0.3N$$

Для стержней 1,23,24,26,28,30 длину шва принимаем конструктивно: по перу $l_w=20\text{мм}$, по обушку $l_w=50\text{мм}$. Катет шва $k_f=5\text{мм}$.

2.2.9 Расчет и конструирование колонны

Исходные данные

1. Продольная сила:

$$N = -87.11 - 125.79 = -212.9 \text{ кН};$$

Изгибающий момент:

$$M = 36.52 - 0.5 - 0.73 = 35.3 \text{ кНм};$$

Поперечная сила:

$$Q = -4.4 \text{ кН}$$

Материал конструкций колонны - сталь С245. Сечение колонны – широкополочный двутавр.

Таблица 2.11

Таблица усилий						
№ элем	№ сечен	Усилия			№ загруз	Тип нагрузки
		N (кН)	M_y (кН*м)	Q_z (кН)		
28	1	-87.110	-0.496	0.062	1	Собственный вес
28	2	-87.110	0.000	0.062	1	
28	1	-125.790	-0.732	0.092	2	Снеговая
28	2	-125.790	0.000	0.092	2	
28	1	0.000	36.522	-4.565	4	Ветровая
28	2	0.000	0.000	-4.565	4	

2.2.10 Расчет колонны

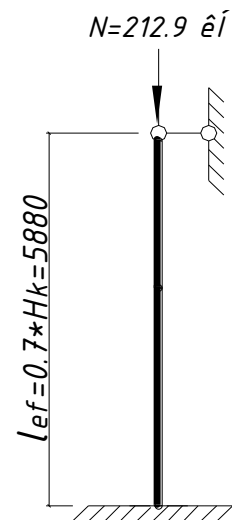
В моем случае колонна имеет жесткое закрепление снизу и шарнирное сверху, поэтому расчетная длина колонны равна:

$$l_{ef} = 0.7 * H = 0.7 * 8.2 = 5.88 \text{ м}$$

Необходимая площадь поперечного сечения колонны будет равна:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{212.9}{0.421 \cdot 24 \cdot 0.95} = 22.2 \text{ см}^2$$

Для определения коэффициента продольного изгиба φ зададимся гибкостью в 1 приближении $\lambda = 120$. Определим условную гибкость:



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

$$\bar{\lambda} = 120 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 4,1. \text{ тогда } \varphi = 0,421$$

Требуемый радиус инерции соответствующий заданной гибкости:

$$i = \frac{l_{ef}}{\lambda} = \frac{5,88}{120} = 0,049 \text{ м} = 4,9 \text{ см}$$

Предварительно принимаем сечение колонны в виде двутавра 20Ш1 с $A=38,95 \text{ см}^2$, $i_x=8,26 \text{ см}$, $I_x=2600 \text{ см}^4$, $W_x=275 \text{ см}^3$

$$- \rho_x = W_x/A = 275/38,95 = 7,06 \text{ см.}$$

Гибкости стержня колонны:

$$\lambda_x = l_{x2}/i_x = 588/8,26 = 71 \Rightarrow \bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{R_y/E} = 71 \cdot \sqrt{24/2,06 \cdot 10^4} = 2,42;$$

Производим проверку:

1. Относительный эксцентриситет:

$$m_x = M/N \cdot \rho_x = 3530/212,9 \cdot 7,06 = 2,34$$

2. Отношение площадей полки и стенки:

$$A_f/A_w = 0,9 \cdot 15/0,6 \cdot 17,5 = 1,29$$

3. По таблице 73 СНИПа находим, что коэффициент влияния формы сечения:

$$\eta = (1,90 - 0,1m) - 0,02(6 - m) \bar{\lambda} = (1,90 - 0,1 \cdot 2,34) - 0,02(6 - 2,34) \cdot 2,42 = 1,49.$$

4. Тогда приведенный относительный эксцентриситет:

$$m_{ef} = \eta \cdot m_x = 1,49 \cdot 2,34 = 3,49$$

По таблице 74 СНИП II.23-81* «Стальные конструкции» находим, что коэффициент $\varphi_e = 0,268$.

5. Проверим устойчивость:

$$\sigma = N/\varphi_e \cdot A = 212,9/0,268 \cdot 38,95 = 20,4 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_n = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Условие прочности соблюдается поэтому окончательно принимаем широкополочный двутавр 20Ш1 с $A=38,95 \text{ см}^2$, $i_x=8,26 \text{ см}$, $I_x=2600 \text{ см}^4$, $W_x=275 \text{ см}^3$

2.2.11 Расчет и конструирование базы колонны

Расчетные комбинации усилий в нижнем сечении колонны:

$$M = 35,3 \text{ кНм}; N = -212,9 \text{ кН}$$

1. Требуемая площадь плиты базы наружной ветви колонны:

$$A_{гр} = N/\psi \cdot R_{b,loc} = 212,9/1 \cdot 1,38 = 154,3 \text{ см}^2,$$

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР			

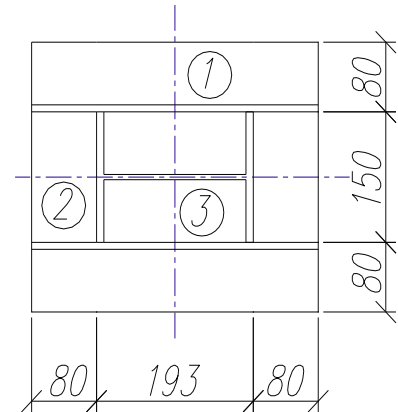
где $\psi = 1$ - коэффициент, зависящий от характера распределения местной нагрузки по площади смятия (равномерно распределенная нагрузка).

$R_{b,loc} = \sigma \cdot \varphi_b \cdot R_b = 1 \cdot 1.2 \cdot 1.15 = 1.38 \text{ кН/см}^2$ - расчетное сопротивление смятию,

где $R_b = 11.5 \text{ Мпа}$ расчетное сопротивление тяжелого, мелкозернистого и легкого бетонов для предельных состояний первой группы на осевое сжатие (В20).

$\sigma = 1$ - коэффициент для расчета на изгиб, зависящий от характера опирания плит.

$\varphi_b = 1.2$ - коэффициент зависящий от класса бетона.



2. Требуемая ширина плиты:

$$B_{тр} = b_k + 2 \cdot c_2 = 15 + 2 \cdot 8 = 31 \text{ см.}$$

3. Требуемая длина плиты:

$$L_{тр} = A_{тр}/B = 154,3/31 = 4,98 \text{ см.}$$

Ввиду малости получившегося размера $L_{тр}$ определяем его конструктивно: $L_{тр} = 19,3 + 2 \cdot 8 = 35,3 \text{ см.}$

4. Номинальная площадь плиты:

$$A = B \cdot L = 31 \cdot 35,3 = 1094 > A_{тр} = 154,3 \text{ см}^2.$$

5. Среднее напряжение в бетоне под плитой

$$\sigma_b = N/A = 212,9/1094 = 0,195 \text{ кН/см}^2 < R_{b,loc} = 1,38 \text{ кН/см}^2$$

Из условия симметричного расположения траверс относительно центра тяжести ветви расстояние между траверсами в свету: $150 \text{ мм} = 15 \text{ см.}$

6. Плита работает на изгиб, как пластинка, опертая на соответствующее число сторон. Нагрузкой является отпор фундамента. В плите имеются 3 участка.

а) на участке 1 плита работает как консоль со свесом $c = c_1 = 8 \text{ см.}$

Изгибающий момент:

$$M_1 = \sigma_b \cdot c_1^2 / 2 = 0,195 \cdot 8^2 / 2 = 6,24 \text{ кНсм.}$$

б) на участке 2 плита работает как консоль со свесом $c = c_2 = 8 \text{ см.}$

Изгибающий момент:

$$M_2 = \sigma_b \cdot c_2^2 / 2 = 0,195 \cdot 8^2 / 2 = 6,24 \text{ кНсм.}$$

в) на участке 3 плита работает как пластина, опертая на 4 стороны.

Соотношение сторон $b/a = 175/72 = 2,43 \Rightarrow \alpha = 0,125$

Изгибающий момент:

$$M_3 = \alpha \cdot \sigma_b \cdot a^2 = 0,125 \cdot 0,195 \cdot 7,2^2 = 1,26 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

7. Требуемая толщина плиты подбирается по максимальному изгибающему моменту:

$$t_f = \sqrt{6 \cdot M_{\max} / R_y} = \sqrt{6 \cdot 6.24 / 24} = 1.25 \text{ см.}$$

Принимаем толщину плиты $t_f = 15$ мм.

Считаем что усилие на плиту передается только через швы, прикрепляющие ствол колонны к траверсам и не учитываем швы, соединяющие ствол колонны непосредственно с плитой базы. Это упрощение идет в запас прочности. Траверса работает на изгиб, как балка с двумя консолями. Высота траверсы определяется из условия прочности сварного соединения траверсы с колонной.

8. Рассчитаем угловые швы на условный срез:

Для сварки применяем полуавтоматическую сварку проволокой Св-08 диаметром $d = 1.4-2$ мм, для которой по таблице 4 СНиПа находим, что нормативное сопротивление металла шва: $R_{w,un} = 410$ МПа.

Коэффициенты условий работы шва $\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1.0$ по п.11.2 СНиПа.

Согласно таблице 3 СНиПа расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу шва:

$$R_{wf} = 0.55 \cdot R_{w,un} / \gamma_{wm} = 0.55 \cdot 41 / 1.25 = 18 \text{ кНсм}^2,$$

где $\gamma_{wm} = 1.25$ - коэффициент надежности по материалу шва.

По таблице 3 СНиПа расчетное сопротивление углового шва условному срезу по металлу границы сплавления:

$$R_{wf} = 0.45 \cdot R_{un} = 0.45 \cdot 37 = 16.7 \text{ кНсм}^2,$$

По таблице 34 СНиПа для выбранного типа сварки примем соответствующие коэффициенты для расчета углового шва:

- $\beta_f = 0.9$ – по металлу шва;
- $\beta_z = 1.05$ – по металлу границы сплавления.

Определим, какое сечение в соединении является расчетным:

$$\beta_f \cdot R_{wf} = 0.9 \cdot 18 = 16.2 < \beta_z \cdot R_{wz} = 1.05 \cdot 16.7 = 17.5 \text{ кНсм}^2.$$

Делаем вывод, что расчетным является сечение по металлу шва.

Принимаем катет шва $k_f = 6$ мм. Тогда требуемая длина шва:

$$l_{w2} = N_{B2} / 4 \cdot k_f \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} = 212,9 / 4 \cdot 0.6 \cdot 0.9 \cdot 18 \cdot 1 = 5,5 \text{ см}$$

Из условия размещения шва крепления принимаем высоту траверсы $h_{тр} = 10$ см.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1. Характеристика возводимого здания

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист						
								Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Разработана технология монтажа металлического каркаса здания, имеющего сложную форму в плане близкую к прямоугольной. Здание имеет габариты в плане 83,7х43 м. С шагом колонн в продольном направлении 6,5 м. Здание однопролетное. Высота здания 11,8 м.

Каркас здания смешанный:

- колонны, балки, стропильные фермы – стальные;
- ограждающие конструкции – кирпичные стены толщиной 250мм облицованные и утепленные по технологии – «вентилируемый фасад»;
- кровля – рулонная (кровельная мембрана PROTAN) по профилированному настилу;
- перегородки – кирпичные.

Участок строительства расположен в городе Ярославль.

Размещение рабочих осуществлено в помещениях временного административно-бытового городка, расположенного на территории стройплощадки.

Таблица 3.1

Технико-экономические характеристики здания

Наименование и назначение здания	Площадь застройки, м ²	Строительный объем, м ³	Норма продолжительности строительства по СНиП 1.04.03-85* , мес.
1	3	4	5
Учебно-тренировочный спортивный комплекс	2758	27734	7

3.2. Ресурсное проектирование

Состав работ по строительству объекта определен по архитектурно-планировочным чертежам, подсчитан в единицах измерения принятых в ГЭСН и занесен в ведомость объемов работ (табл 3.2)

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист	
								Взам. инв. №
								Подп. и дата
Инва. № подл.								

Таблица 3.2

Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ, процессов и характеристика конструктивных элементов	Ед. измерения	Объем работ
1	2	3	5
1	Подготовительный период	дн.	3
	<i>Подземная часть объекта</i>		
2	Разработка грунта в отвал	1000м ³	1,17
3	Разработка грунта в автотранспорт	1000м ³	0,16
4	Устройство бетонной подготовки под фундамент	м ³	6,32
5	Устройство монолитных ж/б фундаментов	м ³	157,41
6	Гидроизоляция фундаментов	100м ²	3,63
7	Обратная засыпка	1000м ³	1,03
	<i>Надземная часть</i>		
8	Монтаж основных колонн l=8.4м, m=0.31 т	<u>1 т</u>	<u>8,51</u>
		шт	28
9	Монтаж колонн l=8.0м, m=0.245 т	<u>1 т</u>	<u>2,45</u>
		шт	10
10	Монтаж колонн l=3.5м, m=0.188 т	<u>1 т</u>	<u>3,75</u>
		шт	20
11	Монтаж стоек фахверка	<u>1 т</u>	<u>2,65</u>
		шт	12
12	Монтаж балок перекрытия	<u>1 т</u>	<u>26,75</u>
		п.м.	330
13	Монтаж стропильных ферм, m=1,2 т	<u>1 т</u>	<u>16,80</u>
		шт	14
14	Монтаж стальных прогонов под подкровельный настил	<u>1 т</u>	<u>15,22</u>
		п.м.	634

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

15	Монтаж профнастила перекрытия	100м2	12,50
16	Монтаж стального подкровельного настила	100м2	26,63
17	Бетонирование монолитного перекрытия	м3	187,50
18	Кирпичная кладка стен	м3	378,78
19	Кирпичная кладка перегородок	100м2	13,9
20	Установка стальных оконных переплетов	100 м ²	5,17
21	Установка дверных блоков	100 м ²	0,22
	<i>Кровельные работы</i>		
22	Пароизоляция	100 м ²	26,63
23	Утепление "Нобасил", толщ. 150 мм.	100 м ²	26,63
24	Кровля из мембраны "PROTAN"	100 м ²	26,63
	<i>Полы</i>		
25	Уплотнение грунта основания	100 м ²	23,24
26	Подстилающий слой - бетон М200, толщиной 100 мм	100 м ²	23,24
27	Устройство линолеумных полов	100 м ²	13,60
28	Устройство плиточных полов	100 м ²	0,88
29	Устройство деревянных полов	100 м ²	20,63
	<i>Отделочные работы</i>		
30	Штукатурка стен	100 м ²	41,60
31	Облицовка стен	100 м2	4,48
32	Окраска стен и потолков	100 м ²	52,55
33	<i>Сантехнические работы</i>	%	5
34	<i>Электромонтажные работы</i>	%	5
35	<i>Благоустройство и озеленение</i>	%	5
36	<i>Сдача объекта</i>	дн.	3

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Методы выполнения работ

1. Для разработки грунта используем бульдозер и гусеничный экскаватор с обратной лопатой.
2. Монолитные отдельностоящие фундаменты устраивать с помощью средств малой механизации – растворосмесителя и глубинного вибратора.
3. Монтаж металлического каркаса осуществляем гусеничным краном.
4. Для бетонирования монолитного перекрытия и кирпичной кладки используем растворосмеситель.
5. Внутренняя штукатурка стен осуществляется при помощи штукатурной станции.

Выбор типа и марки монтажного крана

Для строящегося здания наибольшей по массе и высоте подъема при монтаже является стропильная ферма. Наибольший вылет требуется при монтаже профнастила покрытия.

Для подъема стропильных ферм используется траверса:

Расчет траверсы:

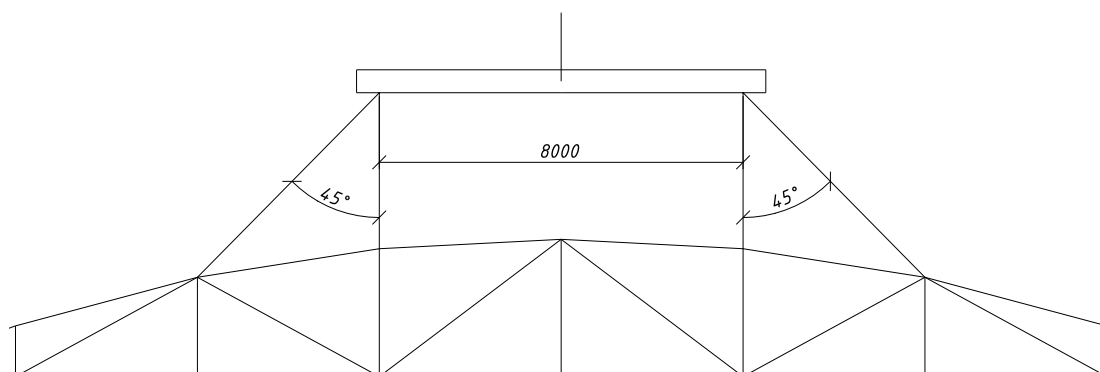


Рисунок 3.1 Выбор траверсы

Масса поднимаемой фермы $Q = 1.2 \text{ т} = 12 \text{ кН}$.

В соответствии с принятой схемой монтажа траверса изгибаемая, расстояние между подвесками $l=8\text{м}$, т. е. плечо траверсы $a=4\text{м}$.

Подсчитываем нагрузку действующую на траверсу:

$$P=Q*k_{п}*k_{д} \quad (3.1)$$

$Q=12\text{кН}$ – вес поднимаемого груза

$k_{п}=1,1$ – коэффициент перегрузки

$k_{д}=1,2$ – коэффициент динамичности нагрузки.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$$P=12*1,1*1,2=15,84\text{кН}$$

Максимальный изгибающий момент в траверсе:

$$M_{\text{max}}=P*a/2=15,84*4/2=31,68\text{кНм}=3168\text{кНсм}$$

Требуемый момент сопротивления поперечного сечения балки траверсы

$$W_{\text{тр}} \geq M_{\text{max}} / (n * R_{\text{изг}} * \varphi) \quad (3.2)$$

$n=0,85$ – коэффициент условий работы;

$\varphi=0,9$ – коэффициент устойчивости при изгибе;

$R_{\text{изг}}=21\text{кН/см}^2$ – расчетное сопротивление стали при изгибе.

$$W_{\text{тр}} = 3168 / (0,85 * 21 * 0,9) = 197,2\text{см}^3$$

Выбираем конструкцию балки траверсы сквозного сечения состоящую из 2-х швеллеров, соединенных стальными пластинами.

Принимаю 2 швеллера №16 $W_x^{\text{д}}=109\text{см}^3$

Определяем фактический момент инерции траверсы:

$$W_x = 2W_x^{\text{д}} = 2*109 = 218\text{ см}^3 > W_{\text{тр}} = 197,2\text{см}^3$$

Что удовлетворяет условию прочности расчетного сечения траверсы.
Для монтажа конструкций будем использовать кран с гуськом.

Таблица 3.3

Показатели крана с гуськом

№ п/п	Наименование параметров	Требуемое (расчетное) значение для монтажа стропильной фермы	Требуемое (расчетное) значение для монтажа профнастила	Фактические параметры крана МКГ 16 М
1	2	3	4	5
1	Высота подъема крюка	18,45 м	12,95 м	26 м
	В том числе:			
1.1	Габаритная высота здания, м	8,45 м	8,45 м	
1.2	Зазор безопасности по высоте, м	1 м	1 м	

Окончание таблицы 3.3

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

1.3	Расчетная высота монтируемого элемента (указать), м	3 м	0,5 м	
1.4	Расчетная высота грузозахватного устройства, м	4,5 м	3 м	
2	Дальность вылета крюка		17,1 м	22 м
	В том числе:			
2.1	Габаритная ширина здания		6,5 м	
2.2	Толщина монтируемого элемента (указать)		3,25 м	
2.3	Технологический запас		2 м	
2.4	Зазор безопасности по ширине		1,81 м	
2.5	Расстояние между рельсами (колея), м		3,54 м	
3	Грузоподъемность крана	2,5 т		16 т
	В том числе:			
3.1	Масса монтируемого элемента, т	2,2 т		
3.2	Масса технологической оснастки, поднимаемой одновременно с монтируемым элементом, т	0,3 т		

Выбран гусеничный кран СКГ 16М.

Таблица 3.4

Ведомость основных машин и механизмов

Наименование	Характеристика	Количество
Кран самоходный	СКГ-16М, рабочий вылет 4,5-22м, грузоподъемность при рабочем вылете 16-0,5 т.	2
Бульдозер	ДЗ-29	1
Экскаватор	ЭО-3311, обратная лопата, гусеничный гидравлический Vковш=0,4 м.куб.	2

Окончание таблицы 3.4

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Сварочный трансформатор	ТСД-500-1, P=48.5 кВт	4
Глубинный вибратор	ИВ-22, P=0,8 кВт	2
Растворосмеситель	СО-80, Пт=1 м.куб/час, P=0,8 кВт	2
Штукатурная станция	СО-57, P=3,7 кВт	2

3.3 Календарный план строительства

Для организации потоков строительства предусмотрено 2 захватки:

- 1 захватка: в осях 1'-6 размером 37х43 м
- 2 захватка: в осях 7-14 размером 28х46,7 м

Возведение здания ведется в 3 этапа:

Подготовительный период:

а) снятие плодородного слоя почвы и укладка его в отвал в пределах участка для использования его в последующем при восстановлении (рекультивации) нарушенных земель, а также при благоустройстве и озеленении участка.

б) устройство временных дорог и площадок для проезда а/транспорта и монтажных кранов.

в) устройство бытовых помещений для строителей.

г) прокладка временных инженерных коммуникаций для нужд строительства.

д) организация площадки складирования материалов.

е) выполнение мероприятия по сохранности существующих зеленых насаждений, устройство защитных коробов стволов деревьев.

Основной период:

а) устройство подземной части здания.

б) строительство надземной части здания (монтаж металлоконструкций, кирпичная кладка, отделка).

Благоустройство и озеленение территории.

Расчеты продолжительности работ заносятся в карточку – определитель (табл.3.5).

Таблица 3.5

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

Карточка-определитель

Шифр (код) работ	Наименование работы по графику	Кол-во рабочих в смену	Число смен в день	Прод-сть работы, дн
1	2	4	5	6
1-2	Подготовка территории	2	1	3
2-3	Механизированные земляные работы пром.-зд	2	1	3
3-4	Устройство фундаментов	5	2	15
3-5	Гидроизоляция и обратная засыпка	2	1	5
4-6	Монтаж металлического каркаса	8	2	20
6-7	Устройство монолитного ж.б. перекрытия	10	2	11
6-8	Кирпичная кладка стен и перегородок	10	2	27
7-9	Бетонирование полов	10	2	7
8-10	Устройство кровли	10	2	12
10-11	Установка оконных переплетов	10	2	14
10-12	Установка дверных блоков	2	1	2
11-13	Устройство деревянных полов	8	2	11
12-14	Устройство линолеумных полов	5	2	7
14-15	облицовочные работы	4	2	13
13-15	Штукатурка и окраска стен и потолков	12	2	22
15-16	сдача объекта	-	-	3
10-15	Сантехнические работы	5	2	14
11-15	Электромонтажные работы	5	2	14
8-15	благоустройство территории	5	1	28
15-16	Сдача	-	-	3

Технико-экономические показатели по проекту производства работ

По графику движения рабочей силы определяем, что максимальное количество рабочих равно 20 человек.

Также необходимо определить:

- среднее количество рабочих $P = \omega / T = 1726 / 130 = 13,3$ чел.,

где ω - площадь эпюры движения рабочей силы, $\omega = 1726$ чел-дн.

$T = 130$ дн. – расчетный срок строительства.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

- коэффициент движения рабочей силы $k = P_{\text{ср}} / P_{\text{max}} = 13 / 20 = 0,65$;

где $P_{\text{max}} = 20$ - максимальное количество человек.

Выработка = $C / \text{Трудоемкость}$, где $C = 25550,1$ руб. – сметная стоимость строительства; Трудоемкость = 1726 чел-дн – общие трудозатраты.

Выработка = $25550100 / 1726 = 14803,07$ руб. на 1 раб. в день.

Сокращение нормативного срока строительства:

$$P_T = \frac{T_H - T_{\text{п}}}{T_H} \cdot 100\% = \frac{140 - 130}{130} \cdot 100 = 7,69\%,$$

где $T_H = 140$ дней, нормативный срок строительства, [38].

$T_{\text{п}} = 130$ день, расчетный срок строительства

3.4 Технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания

3.4.1. Область применения

Технологическая карта разработана на монтаж элементов металлического каркаса здания. В состав работ технологической карты входят:

а) монтаж металлических конструкций:

- колонн

- ферм

- прогонов

- профнастила

б) сварка стыков и закладных деталей;

3.4.2. Технология и организация выполнения работ

Работа ведется в две смены в летнее время.

До начала монтажа конструкций должны быть выполнены и приняты по акту следующие работы:

- приняты и разложены у места монтажа конструкции, подготовлены сборные элементы, установлены подмости.

Конструкции, доставляют на строительную площадку автомобильным транспортом, подвозят в зону монтажа и раскладываются вдоль пролета. Доставленные на объект конструкции необходимо осмотреть: проверить геометрические размеры, наличие и расположение закладных деталей, их соответствие проекту.

Монтируются конструкции и следующим образом:

Колонны

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Изн. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

Колонны монтируются на заранее подготовленные, выверенные и подлитые стальные плиты с верхней строганой поверхностью безвыверочным методом. Поэтому до начала монтажа строительная организация принимает фундаменты с составлением приемочного акта. Перед монтажом проверяют точность расположения анкерных болтов в плане и по высоте.

Колонны стропуют специальной траверсой в местах, указанных на заводе изготовителе. Колонны при помощи крана СГК-16М устанавливают на опорную плиту анкерными болтами. Резьба анкерных болтов защищается на время монтажа колпачками.

Балки междуэтажного перекрытия

Балку монтируют с помощью двухветвевого стропа навешиваемого на крюк монтажного крана, поднимается на высоту, превышающую на 0,5-1 м отметку установки. Балка монтируется безвыверочным методом. Закрепление балок производится болтами через предусмотренные отверстия.

Стропильные фермы

Стропильные фермы длиной 30 м устанавливают с помощью траверсы со строповкой в четырех местах. Стропильные фермы подвешивают на крюк с помощью траверсы, поднимается выше на 0,5 - 1 м. Для предотвращения раскручивания фермы во время монтажа, монтажники контролируют ее положение с помощью оттяжек, заранее закрепленных на ферме. Временное закрепление фермы осуществляется с помощью инвентарных распорок. Окончательное закрепление производят при установке на верхнем поясе фермы прогонов покрытия.

Подкровельные прогоны

Подкровельный прогон устанавливают на верхний пояс стропильных ферм с помощью двухветвевого стропа. Укладку подкровельных прогонов производят в местах на верхнем поясе фермы, где имеются отверстия для их закрепления с помощью болтов.

Профнастил

Строповку профнастила производят универсальным стропом. Укладку профнастила перекрытия осуществляют по балкам со сваркой их между собой. Укладку профнастила покрытия осуществляют по прогонам от карниза к коньку, и закрепляют сваркой.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

3.4.3. Контроль качества выполняемых работ

Таблица 3.6.

Требования к качеству работ						
	Контрол. процесс	Контролируемые параметры	Способ	Время контроля	Критерий контроля	Превлек. службы Ответственный
1	2	3	4	5	6	7
1	Перед установкой колонн	Состояние колонн: -место стыка -мет. детали	Визуал.	Поряд подъемом колонн	Отклонения не допускаются	Мастер
2	Перед монтажом колонн	Состояние, правильность, и надежность грузозахватных уст.	Визуал.	Поряд подъемом колонн	Отклонения не допускаются	Мастер
3	Монтаж колонн	Разность отметок верха колонн	Теодолит нивелир	При монтаже	Отклон мм 12 мм	Геодезист прораб
4	Монтаж колонн	Вертикальность верха колонн, соосность	Теодолит нивелир	При монтаже	Отклонения + - 15мм	Геодезист прораб
5	Монтаж балок перекрытия	Горизонтальность отм балки, соосность площадки опирания	Теодолит нивелир рулетка	При монтаже	Отклонения + - 12мм	Геодезист прораб
6	Перед монтажом стропильной фермы	Состояние, правильность, и надежность грузозахватных уст.	Визуал.	Поряд подъемом колонн	Отклонения не допускаются	Мастер
7	Монтаж ферм	Вертикальность отметки верха ферм, соосность	Теодолит нивелир	При монтаже	Отклонения + - 15мм	Геодезист прораб
8	Электросварка всех элементов	Длина сварного шва, катет шва, отсутствие непроваров и прожогов	Рулетка, шт-циркл визуал.	После окончан работы	Отклонения не допускаются	Мастер прораб

3.4.4. Техника безопасности

Элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания гибкими оттяжками. Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение и закрепления. При перемещении конструкций или оборудования расстояние между ними и выступающими частями смонтированного оборудования или других конструкций должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали – 0,5 м. Углы отклонения от вертикали грузовых канатов и полиспастов грузоподъемных средств в процессе монтажа не должны превышать величину, указанную в паспорте на это грузоподъемное средство.

Помимо всего сказанного должны применяться меры по ограждению территории строительной площадки и наиболее опасных мест на самой строительной площадке, в зоне действия которых большая вероятность падения грузов с большой высоты.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Технико-экономические показатели по техкарте

Наименование	Значение
Продолжительность работ	20 дн.
Общие трудозатраты на монтаж металлического каркаса	327,28 чел-дн.
Среднее кол-во рабочих за период монтажа МК	16,36 чел
Трудозатраты, приведенные к единице массы МК	2,85 чел-дн/т

3.5. Проектирование стройгенплана

На стройгенплане показано:

1. Расположение всех монтажных механизмов, подъемников с их привязкой, размерами к осям строящегося объекта; подкрановых путей, временных монтажных дорог; стоянок, рабочих и опасных зон кранов.
2. Временные здания и сооружения размещены вне опасных зон работы механизмов на участке, не подлежащих застройке основными объектами, с соблюдением противопожарных правил и правил техники безопасности.
3. Контора прораба или мастера располагается ближе к строящемуся объекту, а бытовые помещения – около входа на строительную площадку, при этом они расположены на расстоянии 60 м от технологических объектов, выделяющих пыль, вредные пары и газы.

Медпункт расположен в одном блоке с бытовыми помещениями на расстоянии не более 100 м от рабочих мест.

Укрытия от солнечной радиации и атмосферных осадков установлены непосредственно на рабочих местах и на расстоянии не более 75 м от них.

Помещения для обогрева рабочих расположены на расстоянии не более 100 м от рабочих мест. Пункты питания удалены от туалетов и мусоросборников и на расстоянии не менее 25 м и не более 110 м от рабочих мест. Расстояние от туалетов до наиболее удаленных мест внутри здания не превышает 80 м, до рабочих мест вне здания – 100 м.

На строительной площадке предусмотрено место для отдыха и курения рабочих, а также щиты с противопожарным инвентарем.

Размещение приобъектных складов произведено с учетом расположения подъемных механизмов и трассировки подземных коммуникаций. Все склады отстоят от края дороги не менее, чем на 0,5 м.

Для определения размеров открытых складов определен запас конструкций - должен быть минимальным, но достаточным для обеспечения бесперебойного выполнения работ.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

от силовой временную электросеть. Линии электропередачи располагаются вне зоны действия кранов.

Временные здания, сооружения и установки расположены на территориях, не предназначенных под застройку до конца строительства.

По назначению временные здания делятся ан:

–складские – отапливаемые и не отапливаемые, тепло-холодные склады, кладовые и навесы;

–административные – конторы управления строительством, СМУ, начальника участка, прораба, мастера, диспетчерские и пр.;

–санитарно-бытовые – гардеробные, помещения для обогрева работающих и сушки одежды, душевые, столовые, медпункты, уборные;

При расстановке временных зданий учтены правила пожарной безопасности. Производственно-бытовой городок располагается от строящегося здания на расстоянии 80 м, в безопасной зоне от работы крана. Забор, ограждающий бытовой городок, установлен на расстоянии 1.5м от дороги, а от бытовых помещений – 2м. Бытовые помещения оснащены автоматической звуковой пожарной сигнализацией и находятся от пожарных гидрантов на расстоянии не более 150м. Кроме того, на каждые 200м² площади городков установлены средства пожаротушения. Отведено место для курения из расчета 0.2м² на человека.

Предусматривается расположение на строительной площадке бытовых помещений контейнерного типа.

Определение номенклатуры санитарно-бытовых помещений.

Максимальное количество рабочих в смену принимается по графику движения рабочей силы и составляет: $P_{\max} = 20 \text{ чел.}$

Число ИТР и служащих составляет: $P_{\text{АДМ}} = 0,12 \cdot P_{\max} = 0,12 \cdot 20 = 2,4 \text{ чел.}$

Списочная численность: $P_{\text{СПИС}} = P_{\max} + P_{\text{АДМ}} = 20 + 2,4 = 22,4 \text{ чел.}$

Число работающих в максимально загруженную смену:

$P_{\text{МЗС}} = 0,7 \cdot P_{\text{СПИС}} = 0,7 \cdot 22,4 = 15,7 \text{ чел.}$

По списочному составу принимаем:

Мужчины $0,7 \cdot P_{\text{МЗС}} = 0,7 \cdot 15,7 = 11 \text{ чел.}$

Женщины $0,3 \cdot P_{\text{МЗС}} = 0,3 \cdot 15,7 = 5 \text{ чел.}$

В качестве основной расчётной единицы временных зданий принимаем вагончики с внешними размерами 7.3× 3 м. в соответствии [38].

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 3.7

Ведомость временных зданий

Наименование	Численность персонала	Норма в м ² на 1 чел.	Расчетная площадь, м ²	Принимаемая площадь, м ²	Размеры в плане м×м	Количество зданий	Тип
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>I. Административные</i>							
1. Контора начальника участка	2	3	6	9	3×3	1	К
2. Сторожевая будка	2	3	3	6	2×1.5	2	К
<i>II Санитарно-бытовые</i>							
1. Гардеробная с душевой	М 12 Ж 8	1,44	17,3 11,52	18 12	3×6 3×4	М 1 Ж 1	К К
2. Туалеты	М 12+4 Ж 8+1			6	1,5×2 1,5×2	1 1	К К
3. Помещения для отдыха, обогрева и приема пищи	20	1.0	20	18	3×9	1	К
7. Медпункт	24			9	3×3	1	К
<i>III Производственные</i>							
1. Кладовая			не менее 25м ²	27	6×4,5	1	сб-разб
2. Закрытый холодный склад				27	6×4,5		
$\Sigma S = 132 \text{ м}^2$							

Расчет потребностей в воде.

Суммарный расчётный расход в литрах в секунду определяется по формуле:

$$Q_{\text{ПОЛН.}} = Q_{\text{ПРОИЗВ.}} + Q_{\text{ХОЗ.ПИТ.}} + Q_{\text{ПОЖАР.}} \quad (3.5)$$

где $Q_{\text{ПРОИЗВ.}}$ – расход воды на производственные нужды.

$Q_{\text{ХОЗ.ПИТ.}}$ – расход воды на хозяйственные нужды.

$Q_{\text{ПОЖАР.}}$ – расход воды на пожаротушение.

Расход воды на производственные нужды $Q_{\text{ПРОИЗВ.}}$

Взам. инв. №		Подп. и дата	Изм. № подл.							Лист
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР			

Таблица 3.9

№	Потребность воды	К-во человек	Удельный расход воды, л/смен	Коэффициент часовой неравномерности	Расход воды, л/с
1	Общие хозяйственные нужды	71	25	2	0,986
2	Душевые	71	30	1	0,71
3	Буфет-столовая	71	15	1	0,852
ИТОГО					2,548

Расход воды на пожаротушение $Q_{\text{ПОЖАР}}$.

Общий секундный расчёт воды в литрах $Q_{\text{ПОЖ}}$ принимается по укрупнённым нормам на один пожар 20 л/с.

$$Q_{\text{полн}} = Q_{\text{произв}} + Q_{\text{хоз.пит.}} + Q_{\text{пож}} = 0,078 + 2,548 + 20 = 22,626 \text{ л/с}$$

Диаметр труб водопроводной временной сети

определяем по формуле: $D = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{полн.}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{22,626 \cdot 1000}{3,14 \cdot 0,9}} = 179 \text{ мм}$, (3.9)

где $Q_{\text{полн}} = 22,626$ л/с- расчетный расход воды;

$V = 0,9$ м/с – скорость движение воды в трубах.

Принимаем диаметр труб водопровода – 200 мм.

Расчет потребности в электроэнергии.

Расчёт нагрузок производим по установленной мощности

электроприёмников и коэффициентам спроса с дифференциацией по видам потребления в соответствии [58] по формуле:

$$P_p = 1.1 \cdot \left(\sum \frac{K_{C1} \cdot P_C}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_{C2} \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum K_{C3} \cdot P_{BO} + \sum P_{HO} \right) \quad (3.10)$$

где K_{C1}, K_{C2}, K_{C3} – коэффициенты спроса, зависящие от числа потребителей.

P_C – мощность силовых потребителей.

P_T – мощность для технологических нужд.

P_{BO} – мощность устройств внутреннего освещения.

P_{HO} – мощность устройств наружного освещения.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист		

Таблица 3.10

Мощность силовых потребителей P_C

№ п/п	Наименование механизмов	Кол-во, шт	Мощность P_c , кВт	$K_{спр}$	$\cos \varphi$	$\sum \frac{K_c \cdot P_c}{\cos \varphi}$
1	Монтаж крана	2	60	0,3	0,5	36
2	Стоечный подъемник	2	8	0,2	0,5	6,4
3	Сварочный трансформатор	2	20	0,3	0,4	3,0
4	Штукатурный агрегат	2	2,3	0,4	0,5	3,68
5	Малярный агрегат	3	4	0,4	0,5	9,6
6	Комплекты средств малой механизации		54	0,1	0,4	13,5

$$\text{Всего } \sum \frac{K_c \cdot P_c}{\cos \varphi} = 144,14$$

Таблица 3.11

Мощность для технологических нужд P_T

№	Наименование	К-во	P_T i кВт	K_{C2}	$\cos \varphi$	$\frac{K_{C2} \cdot P_T}{\cos \varphi}$
1	Электропрогрев бетона в стыках конструкций (трансформаторы ТБ-20).	1	20	0.3	0.4	15
2	Растворный узел	-	10	0.4	0.5	8

Всего 23

Мощность устройств для внутреннего освещения $P_{во}$

Для расчета мощности осветительных приборов принимаем:

а) в санитарно – бытовых помещениях – по 0,2 кВт на каждый вагончик.

Всего 9 вагончиков–1,8 кВт.

б) в закрытых складах, навесах – на каждый по 1,0 кВт. Всего в 5 помещениях. $1,0 \cdot 5 = 5$ кВт.

в) внутри строящегося корпуса – светильники и электролампы. Всего 20 точек по 0,5 кВт каждая. $20 \cdot 0,5 = 10$ кВт.

Значения K_c и $\cos \varphi$ для внутреннего освещения принимаем: $K_c = 0,8$, $\cos \varphi = 1$, [58]. Тогда $K_{св} \cdot P_{ов} = 0,8 \cdot 10 = 8$

Мощность устройств для наружного освещения $P_{но}$

Для расчета мощности наружное освещение принимаем:

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист
			08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

а) прожекторные установки – 4 прожектора мощностью 1,0 кВт каждый. Всего 4 кВт.

б) лампы и светильники для наружного освещения у складов, площадок разгрузки, проездов и на столбах по периметру стройплощадки. Всего ламп 10 шт. мощностью каждая по 0,2 кВт. Общая мощность $0,2 \cdot 10 = 2$ кВт.

Значения $K_c = 1$, $\cos \varphi = 1$, [58].

Тогда $P_{\text{по}} = 4 + 2 = 6$ кВт.

Полная потребность в электроэнергии для стройплощадки $P_{\text{расч}}$

$$P_{\text{расч}} = 1,1(144,14 + 23 + 8 + 6) = 199,25 \text{ кВт.}$$

Принимаем трансформаторную подстанцию мощностью 200 кВт.

Технико-экономические показатели по стройгенплану

№	Показатель	Значение
1	Строительный объём здания	30950 м ³
2	Общая площадь здания	3914 м ²
3	Сметная стоимость строительно-монтажных работ	25550,1 тыс. руб.
4	Стоимость объекта строительства	45475,35 тыс. руб.
5	Стоимость СМР на единицу конечной продукции	826 руб./м ³
6	Стоимость на единицу площади здания	11619,6 руб./м ²
7	Трудоёмкость СМР	3252 чел-дн.
8	Трудоёмкость СМР на единицу конечной продукции	0.105 чел-дн/м ³
9	Средняя выработка СМР на одного человека в день	7857 руб/чел-дн
10	Нормативная продолжительность срока строительства	7 месяцев
11	Планируемая продолжительность срока строительства	6,5 месяцев

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		

4.1. Общие положения

Объект строительства – спортивный центр.

Район строительства – г.Омск.

В экономическом разделе разработаны сводный сметный расчет стоимости строительства, объектная смета, локальные ресурсные сметные расчеты на каменную кладку в двух вариантах согласно ГЭСН 08-03-002-1 «Кладка стен из легкобетонных камней» и расчет экономической эффективности.

Для определения сметной стоимости строительства проектируемых предприятий, зданий, сооружений или их очередей составляется сметная документация.

Сметная стоимость является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчетов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтно-строительные) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на стройки, а также возмещения других затрат за счет средств, предусмотренных сводным сметным расчетом. Исходя из сметной стоимости, определяется в установленном порядке балансовая стоимость вводимых в действие основных фондов по построенным предприятиям, зданиям и сооружениям.

На основе сметной документации осуществляются также учет и отчетность, хозяйственный расчет и оценка деятельности строительно-монтажных (ремонтно-строительных) организаций и заказчиков.

4.2 Экономическое обоснование применения варианта ограждающих конструкций

Уменьшение расчетных потерь теплоты зданиями и сооружениями достигается повышением уровня их теплозащиты до оптимальной величины, при которой суммарные приведенные затраты, руб, на эксплуатацию наружных ограждающих конструкций здания минимальны.

Варианты этих конструкций необходимо сопоставлять при оптимальном сопротивлении теплопередаче каждой из них, поэтому для всех вариантов сначала определяют слагаемые приведенных затрат в функциональной зависимости от толщины каждого слоя конструкции ограждения.

Для экономического расчета сравниваем два варианта наружных стен для проектируемого здания. Сравниваются следующие варианты наружных стен: из кирпича толщиной 250 мм ($\lambda=0,81$ Вт/(м·°С)) с утеплением снаружи пенополистеролом толщиной 100 мм ($\lambda=0,041$ Вт/(м·°С)), который предусмотрен в архитектурном разделе, и в качестве альтернативного ему

Взам. инв. №	Подп. и дата	Изм. № подл.							08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

варианта – пазогребневые твин - блоки с заполнением пенополистиролом ПСБ-С-25Ф (фасадный) с коэффициентом теплопроводности по ГОСТ 70-76 $\lambda_{25}=0,04$ Вт/Мк.

Расчёт требуемого сопротивления теплопередаче произведён в архитектурно-планировочном разделе дипломного проекта (разделе 1).

Таблица 4.1

Характеристика пазогребневого твин-блока

Показатели	Плотность изделий, кг/м.куб.		
	400	500	600
Класс прочности	B 2,0	B3,5	B 5,0
Марка морозостойкости	>F35	F100	F100
Теплопроводность в сухом состоянии, Вт/м °С	0,080	0,115	0,147
Усадка при высыхании, мм/м	0,59	0,56	0,58
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,25	0,20	0,17
Предел огнестойкости REI	REI 240	REI 240	REI 240
Удельная эффективная активность ЕРН, Бк/кг	94,2		

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{red} = 4,09$ (м²·°С)/Вт.

1 вариант: кладка из кирпича с эффективным утеплителем из пенополистерола толщиной 100 мм.

Теплотехнический расчёт по первому варианту произведён в разделе 1 дипломного проекта.

Сопротивление теплопередаче стены варианта 1: $R_{0,1} = 4,61$ м²·°С/Вт.

2 вариант: кладка из газозолобетонных блоков с утеплителем из пенополистерольных плит.

По прил. Е [6] определяем коэффициенты теплопроводности для условий эксплуатации А: δ_b –толщина стенового блока, м; $\delta_b = 300\text{мм} = 0,3\text{м}$

λ_b –расчётный коэффициент теплопроводности стенового газозолобетонного блока, Вт/(м²·°С); $\lambda_b = 0,13$ Вт/(м²·°С);

$\lambda_{ут}$ –расчётный коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м²·°С);

$\lambda_{ут} = 0,04$ Вт/(м²·°С);

δ_m –толщина фасадных металлических кассет, м

λ_m –расчётный коэффициент теплопроводности фасадных кассет, Вт/(м²·°С);

$$R_1 = \frac{\delta_b}{\lambda_b} = \frac{0,3}{0,13} = 2,31 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}.$$

Взам. инв. №		Подп. и дата	Изм. № подл.							Лист	
				Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	

$$R_2 = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = \frac{0,1}{0,04} = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}. \quad (4.1)$$

$$R_3 = \frac{\delta_m}{\lambda_m} = \frac{0,0008}{52} = 0,000015 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

$$R_{0,2} = \left(\frac{1}{8,7} + 2,31 + 2,5 + 0,000015 + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,87 = 4,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Из расчетов видно, что варианты ограждающих конструкций сравнимы по значению фактического сопротивления теплопередаче.

Определяем коэффициент теплопередаче принятого наружного ограждения / /:

$$k = \frac{1}{R_{0,n}}. \quad (4.2)$$

$$k_1 = \frac{1}{4,61} = 0,22 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

$$k_2 = \frac{1}{4,32} = 0,23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}.$$

Определяем основные теплотери здания на каждый вариант:

$$Q_0 = kA(t_g - t_n)n, \quad (4.3)$$

где k – коэффициент теплопередаче ограждения;

A – расчётная поверхность ограждающей конструкции; $A = 1 \text{ м}^2$.

t_g – расчётная температура воздуха помещения;

t_n – расчётная температура наружного воздуха;

n – коэффициент зависящий от положения наружной поверхности по отношению к наружному воздуху.

$$Q_{0,1} = 0,22 \cdot 1(20 - (-43)) \cdot 1 = 13,86 \text{ Вт}.$$

$$Q_{0,2} = 0,23 \cdot 1(20 - (-43)) \cdot 1 = 14,49 \text{ Вт}.$$

Производим экономическую оценку двух сравниваемых вариантов на основе приведенных затрат.

Минимум приведённых затрат определяем по формуле

$$П = C + E_H K, \quad (4.4)$$

где C – эксплуатационные затраты;

E_H – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности;

Взам. инв. №		Подп. и дата	Изм. № подл.	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР						Лист
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

K – размер капитальных вложений в руб, равный стоимости используемых материалов.

Стоимость тепловой энергии на январь-июнь 2015 г. для ООО «Коммунальник» = 1312 руб. 48 коп. за 1 Гкал/час (0,131 коп. за 1 ккал/час)

1 Вт = 0,86 ккал/час.

При работе 24 часа в день за отопительный период 257 день затраты на тепло на 1 м² поверхности стены составляют:

$$C_1 = 13,86 \cdot 0,86 \cdot 0,131 \cdot 24 \cdot 257 = 9631,13 \text{ руб.};$$

$$C_2 = 14,49 \cdot 0,86 \cdot 0,131 \cdot 24 \cdot 257 = 10068,91 \text{ руб.}$$

Размер капитальных вложений на каждый из вариантов принимается из локальных сметных расчетов №1 и №2.

Размер капитальных вложений на всю площадь наружных стен:

$$K_1 = 6465,27 \text{ тыс. руб.}$$

$$K_2 = 6910,78 \text{ тыс. руб.}$$

Определяем величину приведённых затрат:

$$P_1 = 9631,13 + 0,12 \cdot 6465,27 = 10406,96 \text{ тыс. руб};$$

$$P_2 = 10068,91 + 0,12 \cdot 6910,78 = 10898,20 \text{ тыс. руб.}$$

Экономический эффект от применения в строительстве зданий с наружными стенами с применением эффективного утеплителя – минераловатных плит, очевиден.

4.3. Оценка экономического эффекта от сокращения продолжительности строительства в сфере деятельности подрядной организации

Сокращение продолжительности строительства позволяет строительным организациям за счет экономии условно-постоянных затрат получить дополнительный экономический эффект.

Для расчета экономического эффекта, получаемого строительной организацией от сокращения сроков строительства используем следующую формулу:

$$\mathcal{E}' = 0,11 C_{СМР}^0 \left(1 - \frac{T_{факт}}{T_n} \right) = 0,11 \cdot 25500,1 \left(1 - \frac{130}{140} \right) = 200,75 \text{ тыс. руб.}$$

где \mathcal{E}' – экономический эффект, получаемый строительной организацией от сокращения сроков строительства;

0,11 – коэффициент, характеризующий удельный вес условно-постоянных расходов в составе себестоимости строительно-монтажных работ для индивидуальных жилых зданий с встроенными общественными помещениями.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист	
								Взам. инв. №
								Подп. и дата
Изм. № подл.								

$C_{СМР}^0 = 25550,1$ тыс. руб. - сметная себестоимость строительного-монтажных работ;

$T_{факт} = 130, T_{норм} = 140$ дн. – соответственно фактические (расчетные в дипломном проекте) и нормативные сроки строительства объектов.

4.4. Сметный раздел

4.4.1. Общие сведения для составления сметной документации в составе проекта

Сметная документация составлена в текущих ценах на 01.12.2015г. Проектом предусмотрены следующие конструктивные решения:

- а) фундаменты — свайные с монолитным железобетонным ростверком
- б) стены наружные — выполнены кирпича, утеплителя из пенополистирола и наружные ограждающие панели навесного фасада.
- в) стены внутренние — из кирпича.
- г) перегородки — из кирпича.
- д) лестницы — железобетонные сборные.
- е) покрытие и перекрытие — железобетонные монолитные панели.
- ж) кровля — профнастил.

Сметная стоимость определена на основе расчета по объекту-аналогу.

4.4.2. Объектные сметы

Объектные сметы составляются по форме №3 на объекты в целом путем суммирования данных локальных сметных расчетов (смет) с группировкой работ и затрат по соответствующим графам сметной стоимости «Строительные работы», «Монтажные работы», «Оборудование, мебель и инвентарь», «Прочие затраты».

С целью определения полной сметной стоимости объекта, необходимой для расчетов за выполненные работы между заказчиком и подрядчиком, в конце объектной сметы к стоимости строительных и монтажных работ, определенной в текущем уровне цен, дополнительно включаются следующие средства на покрытие лимитированных затрат:

- на удорожание работ, выполненных в зимние время и другие подобные затраты, включаемые в сметную стоимость СМР и предусмотренные в главе «Прочие работы и затраты» сводного сметного расчета стоимости строительства, определяемые в процентах от стоимости каждого вида работ, затрат или от итога СМР по всем локальным сметам;
- резерв средств на непредвиденные работы и затраты, предусмотренный в сводном сметном расчете стоимости строительства (в части, предна-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

значенной для возмещения затрат подрядчика). Размер этих средств определяется по согласованию между заказчиком и подрядчиком.

В данном проекте объектный сметный расчет составлен на основе стоимостных показателей по объектам-аналогам.

4.4.3. Сводный сметный расчет стоимости строительства

Сводные сметные расчеты стоимости строительства предприятий, зданий, сооружений или их очередей являются документами, определяющими сметный лимит средств, необходимых для полного завершения строительства всех объектов, предусмотренных проектом. Утвержденный в установленном порядке сводный сметный расчет стоимости строительства служит основанием для определения лимита капитальных вложений и открытия финансирования строительства.

Сводный сметный расчет стоимости к проекту на строительство предприятия, здания, сооружения или его очереди составляется по форме №1. В него включаются отдельными строками итоги по всем объектным сметным расчетам (сметам) без сумм на покрытие лимитированных затрат, а также сметным расчетам на отдельные виды затрат. Позиции сводного сметного расчета стоимости строительства предприятий, зданий и сооружений должны иметь ссылку на номер указанных сметных документов. Сметная стоимость каждого объекта, предусмотренного проектом, распределяется по графам, обозначающим сметную стоимость "строительных работ", "оборудования, мебели и инвентаря", "прочих затрат" и "общая сметная стоимость".

В сводных сметных расчетах стоимости производственного и жилищно-гражданского строительства средства распределяются по следующим главам:

1. «Подготовка территории строительства».
2. «Основные объекты строительства».
3. «Объекты подсобного и обслуживающего назначения».
4. «Объекты энергетического хозяйства».
5. «Объекты транспортного хозяйства и связи».
6. «Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло-снабжения и газоснабжения».
7. «Благоустройство и озеленение территории».
8. «Временные здания и сооружения».
9. «Прочие работы и затраты».
10. «Содержание дирекции (технического надзора) строящегося предприятия».
11. «Подготовка эксплуатационных кадров».

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

12. «Проектные и изыскательские работы, авторский надзор».

В расчетах приняты следующие нормативы:

- а) временные здания и сооружения — 1,1% согласно ГЭСН 81-05-01-2001.
- б) зимние удорожания — 2,2% согласно ГЭСН 81-05-02-2001.
- в) резерв средств на непредвиденные работы и затраты — 2% согласно МДС 81.1-99.

4.5. Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Количество
1	Общая площадь	м ²	3914
2	Строительный объем	м ³	30950
3	Общая сметная стоимость объекта в ценах 2013г.	тыс.руб.	25500,1
5	Стоимость 1 м ² общей площади объекта	тыс.руб./м ²	11619,6
Продолжительность строительства объекта:			
7	по проекту	дн.	130
8	по нормам	дн.	140

4.6. Расчет срока окупаемости объекта строительства

Окупаемость капиталовложений – это срок, в течение которого будут возвращены капитальные вложения в виде прибыли. Данный показатель является одним из основных критериев оценки инвестиционного проекта.

Срок окупаемости = капиталовложения / среднегодовой доход.

Капиталовложение = 25500,1 тыс.руб.; Доход от эксплуатации офисно - бытовых помещений за год 2637,72 тогда срок окупаемости будет равен:

Срок окуп.=25500,1/2637,72=9,6 года

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

5.1. Анализ условий строительства

5.1.1. Краткая характеристика объекта

Проектируемое здание – спорткомплекс, разделенный на 2 блока один из которых имеет 3 этажа, другой 1 этаж. Каркас металлический – колонны, балки перекрытия, диафрагмы, фермы. Фундаменты монолитные железобетонные из бетона В15. Здание имеет размеры в осях «1'-14» - 83,7 метра, а в осях «Б'-И» - 43 м. Шаг колонн в продольном направлении 6,5м, в поперечном – 4м. Высота этажей от 3,6 до 8 м. Так же в здании имеется подвальный этаж размером 13х6м. Отметка чистого пола -3,600 м. Отметка низа стропильных конструкций – 8,05м. Покрытие по полигональной стропильной ферме L=30м.

5.1.2. Работы, выполняемые на строительной площадке

- подготовка территории;
- механизированные земляные работы по рытью котлованов и траншей с их последующей засыпкой;
- устройство монолитных фундаментов;
- гидроизоляция фундаментов;
- монтаж металлического каркаса;
- устройство железобетонного монолитного перекрытия по профнастилу;
- кирпичная кладка стен и перегородок;
- кровельные работы;
- устройство бетонных полов;
- плотнично-столярные работы;
- стекольные работы;
- отделочные работы;
- электромонтажные работы;
- сантехнические работы;
- благоустройство.

5.1.3. Выявление опасностей на строительной площадке

В данном разделе дипломного проекта выделены следующие опасности, возникающие в процессе возведения здания:

- обрушение и сползание грунта при производстве земляных работ, размыв откосов грунта атмосферными водами;
- опрокидывание или самопроизвольное перемещение землеройных машин при установке их в опасной близости от откосов траншей и котлованов;

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

- опасности при устройстве опалубки и ее разборке, арматурных работах и бетонировании конструкций;

- опрокидывание грузоподъемных строительных машин в результате подъема грузов с массой большей, чем грузоподъемность крана или при установке их на наклонном основании;

- возможность обрыва тросов грузоподъемных машин;

- опасность эксплуатации электроустановок на строительной площадке (электродвигатели, ручной электрический инструмент, трансформаторы, силовая и осветительная электропроводка, распределительные устройства);

- опасность атмосферного электричества;

- опасность работ при монтаже (высокие физические нагрузки, опасность падения и травматизма при работах на высоте);

- опасность падения строительных конструкций с крюка крана;

- опасность от самопроизвольного раскручивания поднимаемых краном грузов;

- опасное действие шума на людей в процессе возведения здания (источники шума – электродвигатели, виброплощадки);

- вибрация (бетоносмесители, виброплощадки, ручной электроинструмент, строительные машины, компрессоры и др.);

- неудовлетворительная освещенность при производстве работ на стройплощадке может привести к травматизму рабочих, падению с высоты, снижению производительности труда;

- пыль (образуется при рытье котлованов и траншей, монтаже здания, обработке и подгонке строительных конструкций, отделочных работах, очистке и окраске поверхностей изделий, при транспортировании материалов, сжигании топлива и т. п.);

- вредные вещества (аммиак, бензин, ацетилен, ацетон, пек), используемые при отделочных и других работах;

- возможность ожогов при работе с горячими битумными мастиками;

- возможность получения резаных ран при стекольных работах;

- метеорологические условия на стройплощадке;

- пожарная опасность (электроустановок; в результате воспламенения строительных материалов и конструкций; пожаровзрывоопасность технологических процессов на строительной площадке).

ВЫВОД: из перечисленных работ наиболее опасными являются земляные работы и строительно-монтажные работы.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

5.2. Инженерные мероприятия по безопасному проведению работ

5.2.1. Земляные работы

Основной причиной травматизма при выполнении земляных работ является обрушение грунта в процессе его разработки и при последующих работах нулевого цикла в котловане, которое может происходить вследствие превышения нормативной глубины разработки выемок без креплений; неправильного устройства или недостаточной устойчивости и прочности креплений стенок котлованов; нарушения правил их разработки; разработки котлована с недостаточно устойчивыми откосами; нарушения установленной технологии земляных работ. При производстве земляных работ травмы и аварии могут произойти в результате отсутствия или неправильного устройства в необходимых местах защитных ограждений и сигнализирующих устройств, несоблюдения правил ведения работ вблизи опасных подземных коммуникаций. Требования безопасного ведения земляных работ должны прорабатываться в проекте производства работ согласно СНиП 3.02.01-87.

Механизированная разработка грунта производится при условии обеспечения безопасного и рационального использования машин, механизмов и оборудования. Разработка и перемещение грунта экскаваторами при движении на подъем или под уклон с углом наклона больше указанного в паспорте запрещается. При разработке выемок с устройством уступов ширина каждого из них должна быть не менее 2,5 м. Перед началом работы экскаватор устанавливают на спланированной площадке, имеющей уклон не больше указанного в паспорте. Чтобы избежать его самопроизвольного перемещения, под гусеницы или колеса подкладывают инвентарные упоры.

Безопасность труда при разработке котлованов и траншей в данном проекте (глубина выемки 2 м, тип грунта - глина) обеспечивается:

- устройством откосов согласно табл. 4 СНиП 12-03-2001 при глубине выемки до 5м в однородных грунтах см. рис;

- размещением вынимаемого грунта, монтируемых конструкций и строительно-дорожных машин на безопасных расстояниях от подошвы выемки по табл. 3 СНиП 12-03-2001;

- устройством водоотлива поверхностных дождевых и грунтовых вод;

- устройством ограждений, указателей и световой сигнализации в опасной зоне у выемки:

- механизацией работ по планировке дна и откосов котлованов и траншей;

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

-организацией надзора за безопасностью ведения работ и состоянием устойчивости бортов выемок.

Согласно СНиП 12-03-2001, перемещение, установка и работа машин вблизи выемок с незакрепленными откосами разрешаются только за пределами призмы обрушения на расстоянии, установленном проектом производства работ. При отсутствии решений в ППР наименьшее допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машин регламентировано СНиП 12-03-2001 (табл. IV.6, рис. IV.2).

Таблица 5.1

Наименьшее допустимое расстояние до подошвы траншеи

Глубина выемки, м	Наименьшее допустимое расстояние l м, для грунта (ненасыпного)			
	песчаного	супесчаного	Суглинистого	глинистого
1	1,3	1,25	1	1.5
2	3	2,4	2	1.75
3	4	3,0	3.25	3
4	5	4.4	4	3,5
5		5,3	4,75	

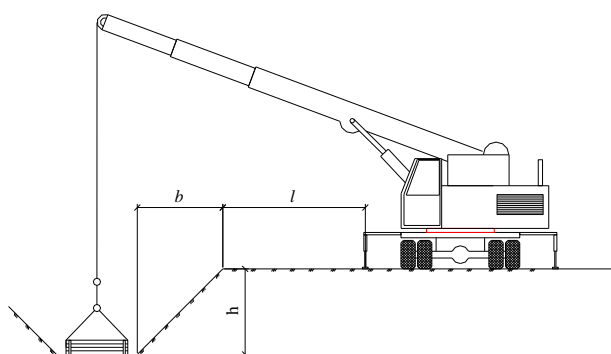


Рисунок 5.1. Схема безопасной установки крана у бровки траншеи.

b - заложение откоса = 1м; l - расстояние до бровки выемки = 1,75 м; h - глубина выемки = 2м

5.2.2. Строительно-монтажные работы

Трудовые процессы связанные с монтажом строительных конструкций, установкой опалубки и оборудования являются наиболее опасными и сложными т. к. значительную долю рабочего времени монтажник проводит на высоте. Поэтому их труд требует повышенного нервно-психологического напряжения, непрерывного контроля за положением тела в пространстве,

Взам. инв. №		Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист

выполнение согласованных общих трудовых операций, производимых несколькими рабочими. Такая работа требует соответствующей квалификации, высокой организованности и дисциплины.

Несчастные случаи при монтаже конструкций имеют место в результате падения людей в процессе подъема их на высоту и спуска. Высотными считаются такие работы, которые выполняются на высоте более 5м от поверхности земли.

Для обеспечения подъема и спуска к рабочим местам по вертикальным и подвесным лестницам или скобам без дуговых ограждений применяются ловители с канатами или полуавтоматические верхолазные устройства (пояса). Эти средства индивидуальной защиты обеспечивают достаточную безопасность работающих.

Выбор лестниц и подмостей, их размещение на монтируемом объекте зависит от характера сооружений. При этом в первую очередь учитывается обеспечение монтажных узлов удобными монтажными площадками, а также создание условий безопасного прохода на монтажные подмости.

Анализ причин травматизма при монтаже строительных конструкций показал, что большая часть несчастных случаев с людьми вызвана обрушением (падением) монтируемых конструкций, падение рабочих с высоты, ошибками при выборе монтажной оснастки, несовершенством или неисправным состоянием механизмов и машин, а также электроустановок и другими факторами (недостаточной освещённостью; неудовлетворительным выполнением технологических требований и многое другое).

Элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания гибкими оттяжками. Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение и закрепления. При перемещении конструкций или оборудования расстояние между ними и выступающими частями смонтированного оборудования или других конструкций должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали – 0,5 м. Углы отклонения от вертикали грузовых канатов и полиспастов грузоподъемных средств в процессе монтажа не должны превышать величину, указанную в паспорте на это грузоподъемное средство.

Помимо всего сказанного должны применяться меры по ограждению территории строительной площадки и наиболее опасных мест на самой строительной площадке, в зоне действия которых большая вероятность падения грузов с большой высоты.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

Основные конструкции металлического каркаса здания монтируются с помощью крана СКГ-15. Ниже приведены схемы монтажа основных конструкций:

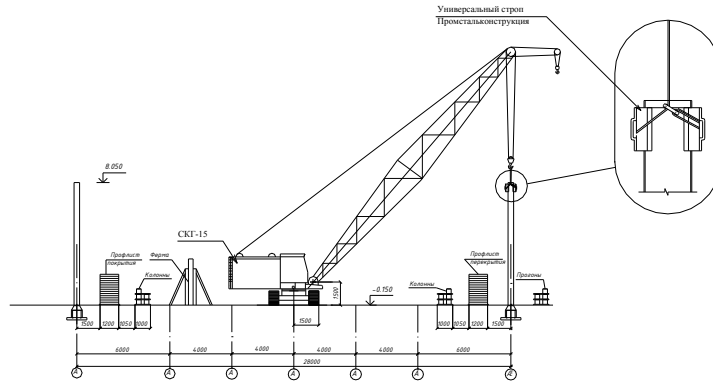


Рисунок 5.2 Схема монтажа колонн

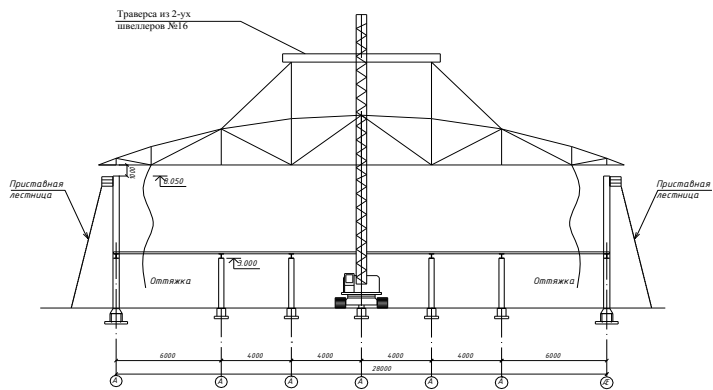


Рисунок 5.3 Схема монтажа стропильной фермы

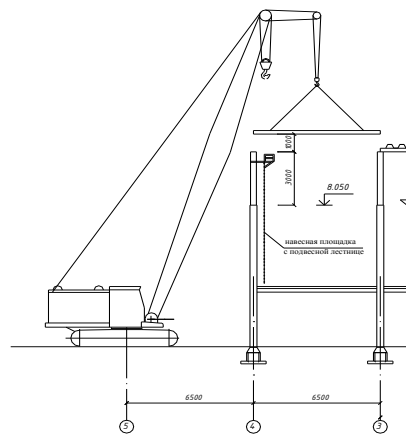


Рисунок 5.4 Схема монтажа прогонов

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

5.3. Инженерные решения (2 задачи)

5.3.1. Задача №1

Рассчитать такелаж для монтажа ферм пролетом 30 м.

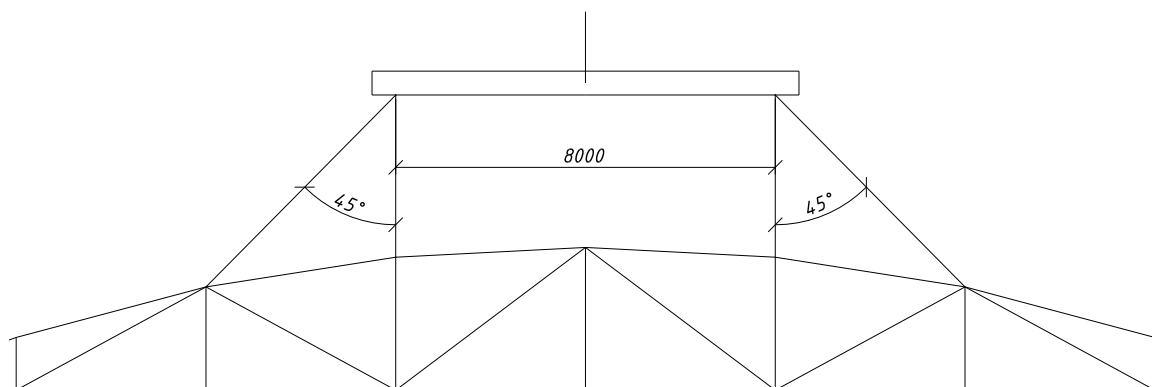


Рисунок 5.5

Масса поднимаемой фермы $Q = 1.2 \text{ т} = 12 \text{ кН}$.

В соответствии с принятой схемой монтажа траверса изгибаемая, расстояние между подвесками $l=8\text{м}$, т. е. плечо траверсы $a=4\text{м}$.

Подсчитываем нагрузку действующую на траверсу:

$$P=Q*k_{п}*k_{д}$$

$Q=12\text{кН}$ – вес поднимаемого груза

$k_{п}=1,1$ – коэффициент перегрузки

$k_{д}=1,2$ – коэффициент динамичности нагрузки.

$$P=12*1,1*1,2=15,84\text{кН}$$

Максимальный изгибающий момент в траверсе:

$$M_{\max}=P*a/2=15,84*4/2=31,68\text{кНм}=3168\text{кНсм}$$

Требуемый момент сопротивления поперечного сечения балки траверсы

$$W_{\text{тр}} \geq M_{\max}/(n*R_{\text{изг}}*\varphi)$$

$n=0,85$ – коэффициент условий работы;

$\varphi=0,9$ – коэффициент устойчивости при изгибе;

$R_{\text{изг}}=21\text{кН/см}^2$ – расчетное сопротивление стали при изгибе.

$$W_{\text{тр}}=3168/(0,85*21*0,9)=197,2\text{см}^3$$

Выбираем конструкцию балки траверсы сквозного сечения состоящую из 2-х швеллеров, соединенных стальными пластинами.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

шениям, замедляющим нагрев конструкций до критической температуры относятся: обетонирование, выполнение огнезащитных облицовок, покрытий. Применяют также фосфатные огнезащитные покрытия. Пожарная сигнализация извещает органы пожарной охраны комплекса, города. Сообщение обеспечивается автоматом пожарной сигнализации. Здание оборудовано средствами противопожарной автоматики.

В случае возникновения пожара предусмотрены эвакуационные выходы через существующие двери и лестницы. В здании 5 выходов. Максимальная длина эвакуационного пути составляет 22 м.

На случай возникновения пожара в здании предусмотрены эвакуационные выходы через соответствующие двери и лестницы. Ширина марша внутренних лестниц не меньше требуемой ширины эвакуационного. Ширина лестничных площадок 1.35м соответствует требованиям СНиП 2.01.02-85 «Противопожарные нормы». Между маршами лестниц предусмотрен зазор шириной более 100 мм. Ширина коридоров по пути эвакуации соответствует нормам. Все двери на пути эвакуации открываются по ходу движения.

Здание разделено на 2 отсека кирпичной противопожарной стеной 1 типа.

Таблица 5.2

Соответствие принятых конструкций огнестойкости здания

Конструкция, материал	Минимальное сечение, см	Предел огнестойкости		Степень огнестойкости здания	
		по проекту	по нормам	по проекту	по нормам
Ферма металлическая		R = 15	R = 15	III	III
Колонна металлическая с огнезащитой	30	R = 45	R = 45	III	III
Стены лестничных клеток ЖБ	250	REI = 120	REI = 60	I	III
Наружные не несущие стены красный кирпич	250	E = 30	E = 15	I	III
Междуэтажные перекрытия ЖБ	150	REI = 45	REI = 45	III	III

Принятые конструкции соответствуют нормам пожарной безопасности.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

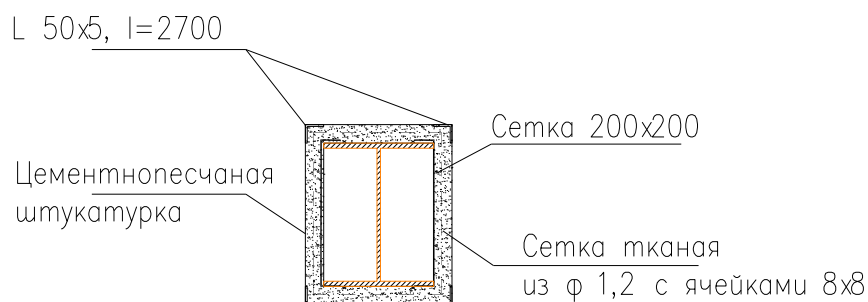


Рисунок 5.8 Противопожарная защита колонны

Описание стройгенплана

Противопожарная безопасность включает комплекс мероприятий по предупреждению пожаров. Для обеспечения этих мероприятий строители обязаны строго соблюдать требования пожарной безопасности на всех стадиях строительства, начиная с подготовительных работ. В этих целях временные здания и сооружения, возводимые в подготовительный период, следует строить строго по проектам организации работ, которые предварительно согласованы с органами пожарной охраны.

Строящийся объект обеспечивается временным водоснабжением к началу развертывания основных строительных работ. Противопожарный водопровод низкого давления объединен с хозяйственно-питьевым. Сеть пожарного водопровода кольцевая, поскольку обеспечивает бесперебойную подачу воды при возможных повреждениях на одном из участков и является более надежной.

Пожарные гидранты находятся на расстоянии друг от друга не превышающем 100м, диаметром 200мм. Расстояние от дороги 2-3м.

Помимо пожарного оборудования строящееся здание обеспечивается первичными средствами пожаротушения: на каждые 200м² площади пола один химический огнетушитель ОП-5, ящик с песком, вместимостью 0,5м³ с лопатой, а также бочка с водой и двумя ведрами. Ширина дорог составляет 6м. На строительной площадке устроено два противопожарных въезда-выезда.

В случае возникновения пожара предусмотрены эвакуационные выходы через существующие двери и лестницы. В здании 5 выходов. Максимальная длина эвакуационного пути составляет 22 м. В бытовых помещениях предусмотрены первые средства пожаротушения, к которым относятся огнетушители пенные (типа ОП-5), предназначенные для тушения твердых и жидких веществ и материалов, а также лопаты, ведра. Наружное пожаротушение строительной площадки осуществляется от первичных средств пожа-

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

ротушения – пожарных щитов (пунктов), укомплектованных согласно ППБ 01-03 (см. стройгенплан), а также от пожарных гидрантов, расположенных на существующей водопроводной сети. На строительной площадке необходимо иметь телефонную связь для вызова пожарной команды.

У въезда на строительную площадку вывесить схему стройплощадки в соответствии с ГОСТ 12.1.114-82 «Пожарные машины и оборудование». Обозначения условные графические с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, въездами, подъездами, с указанием местонахождения водоисточников, средств пожаротушения и связи.

Курение на территории строительства разрешается только в специально отведенных местах, соответствующих оборудованных.

Недопустимо совмещение сварочных работ с работами, связанными с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Леса и опалубка, выполняемые из древесины, должны быть пропитаны огнезащитным составом.

На местах производства работ количество утеплителя и кровельных рулонных материалов не должно превышать сменной потребности.

Строительные вагончики-бытовки и другие инвентарные сооружения должны быть оборудованы автономными дымовыми пожарными извещателями (со звуковым оповещением).

Пожарная безопасность на строительной площадке, участках работ и рабочих местах должна обеспечиваться в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации» ППБ 01-03.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
Изнв. № подлп.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 21.15.01-92 «Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей»
2. ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов»
3. ГОСТ 21.204.93 «Условные графические обозначения элементов генеральных планов»
4. ЕНиР сборник Е2 «Земляные работы»/Госстрой СССР-М.,1998.
5. ЕНиР Сборник Е3 «Каменные работы»/Госстрой СССР-М.,1987.
6. ЕНиР сборник Е19 «Устройство полов»/ Госстрой СССР.-М, 1987.
7. ЕНиР сборник Е12 «Свайные работы» /Госстрой СССР.-М, 1988
8. СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания» -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 1994-20с.
9. СНИП 12-03-01 часть I, СНиП 12-04-02-часть II «Безопасность труда в строительстве».- М.: ГП ЦПП Госстрой России,1996 - 19с.
10. СНиП 2.01.07-85 « Нагрузки и воздействия» -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 1986-36с.
11. СНиП 1.04.03-85 «Нормы продолжительности в строительстве предприятий, зданий и сооружений».- М.: ГП ЦПП Госстрой России, 2002-47с.
12. СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений» -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 2002-49с.
13. СНиП 3.01.01-85* «Организация строительного производства» -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 1990-56с.
14. СНиП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий» -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 2001-96с.
15. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»-М.: ГП ЦПП Госстрой России, 2000-57с.
16. СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 1998-29с.
17. СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 2002-45с.
18. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» -М.; ГП ЦПП Госстрой России, 2003-30с.
19. СП 23-101-2004 «Тепловая защита зданий» -М.; ГП ЦПП Госстрой России, 2004-181с.
20. СП 81-01-94 «Свод правил по определению стоимости строительства». -М.: ГП ЦПП Госстрой России, 2002-45с.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

21. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда).- М.: высшая школа ,2002.-319с.
22. Беленький С.Б. Проектирование и устройство свайных фундаментов/С.Б Беленький, Л.Г. Дикман, И.И Косоруков. -М.: Высшая школа, 1983.- 132с
23. Белицкий Б.Ф. Технология строительного производства/ Б.Ф. Белицкий.- М.: Издательство АСВ, 2001.- 416с.
24. Берлинов М. В. Основания и фундаменты/ М.В. Берлинов.- М.: Высшая школа, 1988. -319 с.
25. Брилинг Н.С. Справочник по строительному черчению/Н.С.Брилинг, С.Н.Балягин, С.И. Симонин- М.: Стройиздат, 1987.-488с.
26. Будасов Б.В. Строительное черчение/ Б.В.Будасов, В.П.Каминский.- М.: Стройиздат,1990.- 464с.
27. Веселов В.А Проектирование оснований и фундаментов/ В.А. Веселов.- М.: стройиздат, 1978. -215с.
28. Золотницкий Н.Д. Инженерные решения по технике безопасности в строительстве/ Н.Д. Золотницкий, А.М.Гнускин, В.И Максимов.-М.: Стройиздат, 1969.-264 с.
29. Линович Л.Е. Расчет и конструирование частей гражданских зданий / Л.Е. Линович. Киев: Знание, 1972.- 456с.
30. Никитин В.М. Руководство по контролю качества строительномонтажных работ/ В.М.Никитин, С.А.Платонов.- Спб.: Высшая школа,1998.- 231с.
31. Организация строительного производства: справочник строителя/ под ред. В.В Шахназанова. -М.: Стройиздат, 1987.- 154с.
32. Орлов Г.Г. Охрана труда в строительстве/ Г.Г.Орлов.– М.: Высшая школа,1984. -343 с.
33. Орлов Г.Г. Инженерные решения по охране труда в строительстве/ Г.Г.Орлов, В.И Булыгин, Д.В Виноградов. -М.: Стройиздат, 1985-278с.
34. Понибратов Ю.П. Экономические расчеты в курсовых и дипломных проектах/ Ю.П. Понибратов, Н.И.Барановская, М.Д.Костюк. -М.: Высшая школа,1984. -175 с.
35. Павлова А.И. Сборник задач по строительным конструкциям/ А.И. Павлова.- М.: ИНФРА-М, 2005.- 149с.
36. Руководство по контролю качества. – Спб.: Высшая школа, 2002.- 123с.
37. Руководство по проектированию свайных фундаментов/ НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. -М.: Стройиздат,1980.-151с.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР

Лист

38. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий, жилых и общественных зданий и сооружений Организация строительства и производство строительного-монтажных работ. Промышленное строительство/ Под ред. П.М Сушкова. -М.: Высшая школа,1961.- 165с.

39. Строительные краны: справочник /под. ред. В.П. Становского-Киев.: Будивельник,1984.- 256с.

40. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений/В.И. Теличенко, А.А. Липидус, О.М. Терентьев.-М.: Высшая школа, 2001.-320 с.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					08.03.01.2019.861 ПЗ ВКР	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		