

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись С.В. Деордиев
инициалы, фамилия
«_____» _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
08.03.01.01 «Строительство»

код, наименование направления

Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г.
Красноярске
тема

Руководитель _____
подпись дата к.т.н., доцент каф. СКиУС
должность, ученая степень Петухова И.Я.
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись дата Чжоу И.В.
инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Продолжение титульного листа БР по теме Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г. Красноярске

Консультанты по
разделам:

архитектурно-строительный
наименование раздела

подпись, дата

Е.В. Казакова
ициалы, фамилия

расчётно-конструктивный
наименование раздела

подпись, дата

И.Я. Петухова
ициалы, фамилия

фундаменты
наименование раздела

подпись, дата

О.А. Иванова
ициалы, фамилия

технология строит. производства
наименование раздела

подпись, дата

Е.В. Данилович
ициалы, фамилия

организация строит. производства
наименование раздела

подпись, дата

Е.В. Данилович
ициалы, фамилия

экономика
наименование раздела

подпись, дата

Т.П. Категорская
ициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.Я. Петухова
ициалы, фамилия

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 Архитектурно – строительный раздел	11
1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	12
1.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений	12
1.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства	13
1.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	13
1.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	13
1.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	13
1.7 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.....	14
1.8 Конструктивные и объемно-планировочные решения	
1.9 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность	15
1.10 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундамента от разрушения	15
1.11 Исходные данные для проектирования	6
2 Расчетно – конструктивный раздел.....	17
2.1 Компоновка конструктивной схемы здания.....	18
2.1.1 Конструктивная схема каркаса	18
2.1.2 Компоновка поперечной рамы каркаса	18
2.1.3 Обеспечение неизменяемости пространственной системы каркаса ..	18
2.2 Расчет прогона	19

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата	БР-08.03.01.01 ПЗ		
Разработал						Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г. Абакане		
Руководитель								
Н. контроль								
Зав. кафедрой						Стадия		
						П		
						Лист		
						Листов		
						Кафедра СКиУС		

2.2.1 Статический расчет прогона	22
2.2.2 Конструктивный расчет прогона	22
2.3 Расчет и конструирование стропильной фермы в осях А – Е	23
2.3.1 Исходные данные	23
2.3.2 Статический расчет стропильной фермы	24
2.3.3 Подбор сечений сержней фермы	25
2.3.4 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы	40
3 Проектирование фундаментов	46
3.1 Исходные данные для проектирования	47
3.1.1 Инженерно-геологические условия	47
3.1.2 Нагрузки на основание	49
3.2 Проектирование фундамента мелкого заложения	49
3.2.1 Определение глубины заложения фундамента	49
3.2.2 Определение размеров подошвы и расчетного сопротивления грунта основания	
3.2.3 Приведения нагрузок к подошве фундамента	51
3.2.4 Проверка условий расчета по деформациям	52
3.2.5 Конструирование столбчатого фундамента	52
3.2.6 Расчет плитной части фундамента на продавливание	53
3.2.7 Подбор сечения арматуры столбчатого фундамента	52
3.3 Проектирование свайного фундамента	55
3.3.1 Определение числа свай в фундаменте и эскизное проектирование ростверка	56
3.3.2 Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания	57
3.3.3 Конструирование свайного фундамента	58
3.3.4 Расчет на продавливание плитной части колонной	58
3.3.1 Расчет плиты ростверка на изгиб и определения сечения арматуры	59
3.4 Технико-экономическое сравнение вариантов	60

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата	БР-08.03.01.01 ПЗ		
Разработал						Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г. Абакане		
Руководитель						Стадия	Лист	
Н. контроль						П		
Зав. кафедрой						Кафедра СКиУС		

4 Технология строительного производства	63
4.1 Технологическая карта на монтаж каркаса	64
4.1.1 Область применения	64
4.1.2 Общие положения	64
4.1.3 Организация и технология выполнения работ	65
4.1.4 Требования к качеству работ	68
4.1.5 Потребность в материально – технических ресурсах	71
4.1.6 Подбор грузозахватных механизмов	72
4.1.7 Подбор грузоподъемного механизма	73
4.1.8 Техника безопасности и охрана труда	75
4.1.7 Технико-экономические показатели	76
5 Организация строительного производства	78
5.1 Определение продолжительности строительства	79
5.2 Привязка крана	79
5.3 Определение зон действия крана на стройгенплане	79
5.4 Проектирование временных проездов и автодорог	80
5.5 Проектирование складского хозяйства	81
5.6 Проектирование бытового городка	82
5.7 Электроснабжение строительной площадки	84
5.8 Технико-экономические показатели стройгенплана	86
5.9 Рекомендации по контролю качества строительно-монтажных работ	86
5.10 Мероприятия по охране труда и технике безопасности	87
5.11 Мероприятия по охране окружающей среды	88
6 Экономика строительства	90
6.1 Составление локального сметного расчета на возведение каркаса	91
6.2 Технико-экономические показатели проекта	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	95
ПРИЛОЖЕНИЕ А	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	103

Иzm.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата	БР-08.03.01.01 ПЗ			
Разработал						Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г. Абакане	Стадия	Лист	Листов
Руководитель							П		
Н. контроль									
Зав. кафедрой							Кафедра СКиУС		

ВВЕДЕНИЕ

В данной бакалаврской работе производится проектирование промышленного здания, которое представляет собой одноэтажный цех по ремонту и обслуживанию строительных машин в г. Абакане.

Абакан является самым крупным городом Республики Хакасия и занимает 103 место по численности населения в России. Более трети населения республики, 71,6 % проживают в Абакане, так же наблюдается активная миграция из мелких городов и сел республики. Как следствие прирост населения подразумевает постройку новых объектов жилищного строительства, что способствует развитию строительной индустрии.

В городе функционирует большое количество предприятий различных отраслей (тяжелое машиностроение, сталелитейный завод, производство стройматериалов, завод крупнопанельного домостроения). Наряду с традиционными для республики производственными секторами: металлургией, энергетикой, машиностроением – все более активно развивается строительная индустрия.

Строительные машины являются одной из самых важных составляющих строительного производства. Цех по ремонту и обслуживанию является неотъемлемой частью строительной индустрии, в нем имеется необходимое оборудование для осуществления ремонтных работ, технического обслуживания, и диагностики, что позволяет строительным машинам постоянно быть в хорошем эксплуатационном состоянии. Так же на базе предприятия располагаются стоянки для постоянно эксплуатируемой техники и для временно неиспользуемых машин, находящихся на консервации.

Из перечисленных выше аргументов, можно сделать вывод о том, что данный проект актуален с точки зрения развития Республики Хакасия, так как будет способствовать росту строительной индустрии, а также предоставит дополнительные рабочие места жителям г. Абакан.

Архитектурно – строительный раздел

1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации

Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники является промышленным зданием. Здание разделено на две зоны: площадки для стоянки строительной техники и для ремонта и обслуживания строительной техники.

Здание цеха имеет асфальтированный подъезд. Въезд техники в помещения цеха осуществляется через распашные ворота. Для входа персонала в воротах предусмотрены двери.

Таблица 1.1 –Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Единица измерения	Величина
1	2	3
Площадь застройки	м ²	5921,3
Общая площадь здания	м ²	5804,44
Полезная площадь здания	м ³	5788,12
Строительный объем	м ³	54918,11
Этажность	эт	1

Экспликации помещений представлены в приложении А.

1.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений

Здание цеха имеет габаритные размеры в осях 192x30 м. Число этажей – 1. Высота здания – 11,79 м.

В здании расположены помещения для стоянки законсервированной строительной техники, стоянки для эксплуатируемой строительной техники и стоянки легковых автомобилей. В зоне ремонта и обслуживания техники расположены помещения складов для хранения инструментов и запчастей, мойка строительной техники, помещения очистных сооружений для воды после мойки, другие технические помещения. В зоне ремонта и обслуживания предусмотрены два санузла для персонала.

В зоне ремонта и обслуживания предусмотрено подвесное крановое оборудование для вывешивания тяжелых механизмов строительной техники. Так же в зоне ремонта и обслуживания расположены смотровые канавы, предназначенные для осмотра и технического обслуживания техники.

Со стороны главного фасада установлены ворота для въезда техники внутрь здания.

За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа здания, что соответствует абсолютной отметке 148,150 м.

1.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства

Наружные стены цеха выполнены из стенных сэндвич панелей «Teleplant», выполненные из стальных листов и негорючего минераловатного утеплителя. Цвет, применяемые для сэндвич-панелей: RAL 6010 (темно-зеленый).

Цокольная часть здания облицована керамогранитной плиткой серого цвета.

1.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения

В зонах стоянки автомобилей и на участке по ремонту и обслуживанию отделка внутренняя - затирка железобетонного цоколя цементно-песчаным раствором. Стенные сэндвич панели металлические трехслойные с заводским полимерным покрытием не нуждаются в отделке.

1.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей

Остекление в помещениях цеха осуществляется с помощью оконных блоков из ПВХ, что обеспечивает необходимую освещенность.

Без естественного освещения запроектированы допускаемые помещения: санузлы персонала, подсобные помещения, склады, помещения для установки и управления инженерным оборудованием, венткамеры.

Спецификация элементов заполнения оконных проемов представлена в приложении А.

1.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия

Наружные стены выполнены из стенных сэндвич панелей «Teplant», которые обладают хорошими звукоизоляционными свойствами и обеспечивают необходимую защиту от внешних шумов.

Так же проектом предусматривается применение окон с однокамерным стеклопакетом для защиты от внешнего шумового воздействия. Оконные заполнения – ПВХ профиль по с остеклением однокамерным стеклопакетом с низкоэмиссионным покрытием на внутреннем стекле и заполнением аргоном.

Дверные заполнения – в противопожарных перегородках и в технических помещениях – противопожарные; вход в здание – дверь, устроенная в воротах «GRV-2».

Спецификация элементов заполнения дверных проемов представлена в приложении А.

1.7 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Строительство происходит в г. Абакане, который имеет следующие характеристики:

И строительный климатический район;

Климатический подрайон 1В;

Зона влажности - 3 (сухая);

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 79 %;

Расчетная температура наружного воздуха для г. Абакана – минус 39 °C;

Средние температуры: годовая – плюс 5 °C, в январе – минус 18 °C , в июле – плюс 19,1 °C;

Нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли – 1,0 кПа [4];

Нормативное значение ветрового давления – 0,38 кПа [4];

Сейсмичность района строительства – 7 баллов;

Глубина сезонного промерзания – 2,1 м;

Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – минус 39 °C.

1.8 Конструктивные и объемно-планировочные решения

Фундаменты – столбчатый мелкого заложения.

Колонны – двутавры стальные горячекатанные с параллельными гранями полок.

Покрытия – кровельные сэндвич панели «Teplant», установленные по металлическим прогонам.

Ограждающие конструкции – стеновые бескаркасные сэндвич-панели «Teplant» с теплоизоляционным материалом из негорючих минераловатных плит толщиной 100 мм.

Перегородки – между стоянками установлены выгораживающие стальные перегородки с щитами из профилированного листа и нижней части из стальной сетки. В зоне ремонта и обслуживания помещения разделены перегородками

системы Knauf толщиной 125 мм (двойной ГКЛ или ГКЛВ) с заполнением теплозвукоизоляционным материалом «ISOVER1».

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций приведен в приложении Б.

1.9 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность

Характеристики здания по пожарной безопасности:

- уровень ответственности здания по [5] – нормальный ($\gamma_n=1,0$);
- класс функциональной пожарной опасности здания [3] – Ф5;
- степень огнестойкости здания [3] – II.

Пожарная безопасность здания обеспечивается в соответствии с требованиями Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [6].

Принятые объёмно-планировочные и конструктивные решения обеспечивают своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей, спасение людей в случае возникновения пожара, защиту людей на путях эвакуации от воздействия пожара.

1.10 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения

Строительные конструкции запроектированы в соответствии с требованиями ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» [5].

Защита строительных конструкций от разрушения обеспечивается соблюдением требованием строительных норм и правил:

- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» [7];
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [8];
- СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции» [9]
- СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры» [10];
- СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [4];
- СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии» [11];
- СП 17.13330.2017 «Кровли» [12].

Пространственная жесткость и устойчивость каркаса здания обеспечивается установкой системы связей по покрытию, связями между колоннами.

Защита от коррозии открытых поверхностей элементов стальных конструкций обеспечивается окраской лакокрасочными материалами I группы согласно [12].

Для защиты фундамента от замачивания и разрушения по всему периметру здания выполнена отмостка шириной 1,5 м.

1.12 Исходные данные для проектирования

Настоящий проект Цеха по ремонту и обслуживанию строительной техники, расположенного в г. Абакан по адресу ул. Промышленная,7, разработан в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- постановления Правительства РФ от 16.02.2008 №87 (с изм. от 17.09.2018) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [1];
- СП 56.13330.2011 «Производственные здания» [2];
- СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [3], а также иных нормативных документов, инструкций, рекомендаций, регламентирующих или отражающих требования экологической, санитарно-гигиенической и противопожарной безопасности, на основании задания на проектирование в рамках дипломного проекта.

Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Компоновка конструктивной схемы здания

2.1.1 Конструктивные решения каркаса

Исходные данные:

- район строительства – г. Абакан, Республика Хакасия;
- пролет здания в осях А – Е - 30 м;
- высота до низа ригеля в осях 1-27 – 6 м, в осях 27-37 – 8,4 м.
- шаг колонн – 6 м;
- заводские соединения – сварные, монтажные соединения – болтовые;
- здание отапливаемое с уклоном кровли $i=1,5\%$;
- сопряжение колонн с фундаментом жесткое, ригелей с колоннами – шарнирное;

Конструктивная схема каркаса здания рамно-связевая, состоящая из одноэтажных, однопролетных рам, связанных в продольном направлении связевыми балками и прогонами.

Колонны стальные из прокатных двутавров колонного типа по ГОСТ Р 57837-2017. Схема расположения колонн представлена на листе 3.

Элементы фахверка для стеновых ограждений выполнены из прокатных двутавров широкополочного типа по ГОСТ Р 57837-2017.

Прогоны запроектированы из швеллера 22П по ГОСТ 8240-97.

Стропильные фермы в осях А-Е и 1-34 пролетом 30 м, выполнены из прокатных уголков. Фермы выполнены с параллельными поясами, тип решетки – треугольная с дополнительными стойками. Верхний и нижний пояс из неравнополочных уголков по ГОСТ 8510-86*. Элементы решетки из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93. Опорные стойки из двутавров с параллельными гранями полок по ГОСТ Р 57837-2017.

2.1.2 Компоновка поперечной рамы каркаса

Вертикальные размеры каркаса

Полезная высота в осях 1 – 27 (расстояние от уровня чистого пола до низа конструкции покрытия) составляет $H_0=5,85$ м;

Полезная высота в осях 27 – 34 (расстояние от уровня чистого пола до низа конструкции покрытия) составляет $H_0=8,25$ м;

Длина колонн с учетом заглубления составляет 6,0 м и 8,4 м;

Высота фермы на опоре составляет 3,150 м;

Горизонтальные размеры каркаса

Пролет здания в осях А – Е составляет 30 м;

Длина здания в осях 1 – 34 составляет 192 м;

Привязка крайних колонн к продольным разбивочным осям – нулевая.

2.1.3 Обеспечение неизменяемости пространственной системы каркаса

Компоновка конструктивной схемы каркаса включает постановку связей по покрытию здания и между колоннами. Они объединяют элементы каркаса в единую неизменяемую пространственную систему, создают резерв несущей способности поперечных рам за счет их совместной работы и обеспечивают устойчивость его сжатых элементов.

Восприятие ветровых нагрузок, действующих на продольные и торцевые стены здания осуществляется соответствующими системами связей. Связи в значительной мере влияют на поперечную и продольную жесткость здания. Связи создают условия для надежного и удобного монтажа элементов каркаса.

К конструкциям связи крепятся на болтах класса точности В. Связи проектируем в соответствии с указаниями СП 16.13330.2017.

Связи по покрытию

В уровне нижних поясов стропильных ферм с восходящими раскосами, опирающимися на колонны нижними поясами, следует предусмотрены поперечные горизонтальные связи у торцов. Так как длина здания в осях 1-27 составляет 156 м в проекте предусмотрены промежуточные поперечные горизонтальные связи в осях 11-12 и в осях 17-18 м.

По верхним поясам стропильных ферм расположены поперечные горизонтальные связи. Поперечные связевые фермы по верхним и нижним поясам совмещены в плане.

Верхние пояса стропильных ферм, не примыкающие непосредственно к поперечным связям раскреплены в плоскости расположения этих связей распорками.

Связи между колоннами

Необходимы для:

- обеспечения неизменяемости каркаса в продольном направлении;
- обеспечения устойчивости колонн в продольном направлении;
- восприятие ветровой нагрузки, действующей на торцевые стены здания;

Вертикальные связи между основными колоннами расположены вблизи середины температурного блока в осях 11-12 и в осях 17-18. Верхние вертикальные связи расположены по торцам здания и в шагах колонн, примыкающих к температурным швам, а также в тех шагах, где расположены связи нижнего яруса.

2.2 Расчет прогона

Исходные данные

- Проектируем прогон из прокатного швеллера 22П по ГОСТ 8240 – 97;
- Пролет $l_{\text{пр}} = 6,0 \text{ м}$;
- Шаг прогона $b = 3,0 \text{ м}$;
- Материал прогона – сталь С245 по ГОСТ 27772-88*;
- Группа конструкций 3;
- Расчетная температура района строительства (наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98) $t = -42^{\circ}\text{C}$;
- показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [13, прил. В, табл. В.1 и В.2]
- Расчетные характеристики стали С245 (при толщине проката от 4 до 20 мм включительно) согласно [13, прил. В, табл. В.5 и В.6] : $R_{y\text{n}} = 245 \text{ Н/мм}^2$, $R_{u\text{n}} = 370 \text{ Н/мм}^2$, $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$, $R_u = 360 \text{ Н/мм}^2$, $R_p = 351 \text{ Н/мм}^2$, $R_s = 0,58 \cdot 240 = 139,2 \text{ Н/мм}^2$

Прогон расположен на скате кровли, работает на изгиб в двух плоскостях. Так как кровельный настил крепится к прогонам жестко и образует сплошное полотнище (стальной профилированный настил прикреплен к прогонам самонарезающими болтами, а листы настила соединены между собой комбинированными заклепками), то скатная составляющая воспринимается самим полотнищем кровли и прогон будет рассчитывать на нагрузку q_x (составляющая нагрузки $q_{\text{пр}}$ нормальная скату).

Расчет прогона выполним на нагрузку от веса кровли, собственного веса прогона и снеговой нагрузки.

Сбор нагрузок

Таблица 2.1 – нагрузки на прогон

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
1	2	3	4	5
Кровля 1. Кровельная сэндвич панель «Telepant»	кН/м ² поверхности	0,423	1,2	0,51
Несущие конструкции 1. Прогоны прокатные пролетом 6 м ($m = 21 \text{ кг/м}$)	кН/м ² поверхности	0,144	1,05	0,151
Итого:		0,412		0,659

Нормативная нагрузка на 1 пог. м. прогона определяется по формуле:

$$q_{n,\text{пр}} = \left(\frac{q_{n,p}}{\cos \alpha} + S_0 \right) \cdot b + q_{n,\text{пр}}^{\text{св}} \quad (2.1)$$

где q_n – нормативная нагрузка на 1 м² поверхности кровли;
 S_0 – значение снеговой нагрузки;

b – шаг прогонов;

$q_{n,pr}^{cb}$ – нормативная нагрузка прогона;

$\cos \alpha \approx 1$ т.к. кровля малоуклонная.

Снеговая нагрузка

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяется по формуле

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_q = 0,799 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,799; \quad (2.2)$$

где S_q – вес снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли;

c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра

c_t – термический коэффициент;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

$$c_e = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot l_c) = \quad (2.3)$$

где k – коэффициент для типов местности;

l_c – характерный размер покрытия, определяется по формуле;

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l} = 2 \cdot 31 - \frac{31^2}{193} = 57,02 \text{ м}; \quad (2.4)$$

где b – наименьший размер покрытия в плане;

l_c – наибольший размер покрытия в плане;

Подставляем в формулу 2.2 м получаем:

$$c_e = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{0,695}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 57,02) = 0,799.$$

Подставляем значения в формулу (2.1).

$$q_{n,pr} = (0,423 + 0,799) \cdot 3 + 0,181 = 3,01 \text{ кН/м};$$

Расчетная нагрузка на 1 пог. м. прогона по формуле:

$$q_{pr} = \left(\frac{q_p}{\cos \alpha} \cdot \gamma_{f1} + S_0 \cdot \gamma_{f2} \right) \cdot b + q_{n,pr}^{cb} \cdot \gamma_{f2} \quad (2.5)$$

где $\gamma_{f1} = 1,2$; $\gamma_{f2} = 1,4$; $\gamma_{f3} = 1,05$ – коэффициенты надежности по нагрузке соответственно для временной нагрузки и для нагрузки от собственного веса металлических конструкций.

$$q_{pr} = (0,423 \cdot 1,2 + 0,799 \cdot 1,4) \cdot 3 + 0,181 \cdot 1,05 = 5,07 \text{ кН/м.}$$

2.2.1 Статический расчет прогона

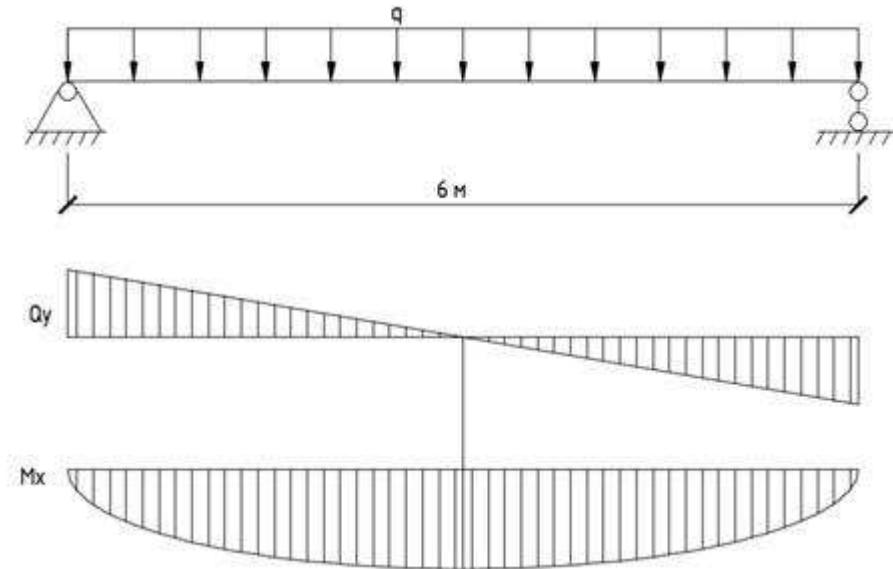


Рисунок 2.1 – эпюры от нагрузки $q_{общ.}$

M_{max} определяется по формуле:

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{5,07 \cdot 6,0^2}{8} = 22,82 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad (2.6)$$

$M_{n,max}$ определяется по формуле:

$$M_{n,max} = \frac{q_n \cdot l^2}{8} = \frac{3,01 \cdot 6,0^2}{8} = 13,55 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad (2.7)$$

Q_{max} определяется по формуле:

$$Q_{max} = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{5,07 \cdot 6,0}{2} = 15,21 \text{ кН.} \quad (2.8)$$

2.2.2 Конструктивный расчет прогона

Геометрические характеристики швеллера 20П по ГОСТ 8240-97

$W_{xn} = 153 \text{ см}^3$; $I_x = 1530,0 \text{ см}^4$; $S_x = 88,00 \text{ см}^3$; $h = 200 \text{ мм}$; $b_f = 76 \text{ мм}$; $t_f = 9,0 \text{ мм}$; $t_w = 5,2 \text{ мм}$; $m = 18,4 \text{ кг/м.}$

Далее проведем проверку несущей способности прогона принятого профиля. Эта проверка соответствует первой группе предельных состояний, выполняется на расчетные нагрузки.

Прочность прогона проверяем по нормальным и касательным напряжениям по формулам:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{xn}} = \frac{22,82 \cdot 10^3}{153 \cdot 10^{-6}} = 149,21 \text{ Н/мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 240 \text{ Н/мм}^2 \quad (2.9)$$

где M_{max} – максимальный изгибающий момент;
 W_{xn} – момент сопротивления сечения.

$$\tau = \frac{Q_{max} S_x}{I_x t_w} = \frac{15,21 \cdot 10^3 \cdot 88 \cdot 10^3}{1530 \cdot 10^4 \cdot 5,2} = 16,82 \text{ Н/мм}^2 < R_s \cdot \gamma_c = 139,2 \text{ Н/мм}^2; \quad (2.10)$$

где Q_{max} – максимальное значение поперечной силы;
 S_x – статический момент полусечения.
 I_x – радиус инерции;
 t_w – толщина стенки.

Так как оба условия выполняются, можно сделать вывод о том, что прочность прогона обеспечена.

Общая устойчивость прогонов обеспечивается элементами крепления кровельных сэндвич панелей к прогонам и силами трения между ними.

Прогиб прогона проверяем от действия составляющей нормативной нагрузки, направленной перпендикулярно плоскости ската.

$$f_{max} = \frac{M_{n,max} \cdot l^2}{10 \cdot E \cdot I_x} = \frac{13,55 \cdot 10^2 \cdot 6^2 \cdot 10^4}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1} \cdot 1530} = 1,54 \text{ см}, \quad (2.11)$$

где $M_{n,max}$ – максимальное нормативное значение изгибающего момента;
 l – длина прогона.
 E – модуль упругости стали;
 I_x – момент инерции сечения.

$$1,54 \text{ см} < f_u = \frac{l}{200} = 3 \text{ см.}$$

Условие выполняется, жесткость прогона обеспечена.

2.3 Расчет и конструирование стропильной фермы в осях А – Е

2.3.1 Исходные данные

- пролет фермы в осях А-Е=30 м;
- высота фермы на опоре $h=3150$ мм;
- уклон верхнего и нижнего поясов фермы $i = 1.5\%$;
- группа конструкций – 2;

- расчетная температура района строительства (наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98) $t = -42^{\circ}\text{C}$;
- материал стропильной фермы – сталь С245 по ГОСТ 27772-88*;
- Расчетные характеристики стали С245 (при толщине проката от 4 до 20 мм включительно): $R_{yn} = 245 \text{ Н/мм}^2$, $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2$, $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$, $R_u = 360 \text{ Н/мм}^2$, $R_p = 351 \text{ Н/мм}^2$, $R_s = 0,58 \cdot 240 = 139,2 \text{ Н/мм}^2$;

2.3.2 Определение расчетных усилий в стержнях фермы

Нагрузка, действующая на ферму, передается от прогонов, которые опираются на узлы фермы.

Расчетная узловая нагрузка на 1 i-ый стержень узел стропильной фермы определяется по формуле:

$$F_i = \frac{q*(d_{i-1}+d_i)}{2} \quad (2.12)$$

где q – расчетная нагрузка на 1 пог. м;
 d_{i-1} и d_i – размеры панелей, примыкающих к i-му узлу;

Узловая нагрузка от постоянной нагрузки

$$F_q = q \cdot d = 3,95 \cdot 3 = 11,87 \text{ кН}$$

Узловая нагрузка от снеговой нагрузки

$$F_q = S \cdot d = 4,79 \cdot 3 = 14,38 \text{ кН}$$

2.3.3 Статический расчет стропильной фермы

Для подбора сечений стержней фермы необходимо определить усилия, возникающие в стержнях от приложенной нагрузки. В данном случае на ферму действуют постоянные нагрузки от веса конструкции кровли и нагрузка от собственного веса, а также кратковременная снеговая нагрузка.

Для определения расчетных усилий в стержнях стропильной фермы использую программный комплекс «SCAD». Вертикальные нагрузки, прикладываю в узлах верхнего пояса. Результаты расчета приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Напряжения, возникающие в стержнях фермы.

№ эл.	Комбинации		Загружения		
	N _{min} кН	N _{max} кН	1 кН	2 кН	3 кН
1	2	3	4	5	6
Элементы верхнего пояса					
1	-0,196	-0,196	0	0	-0,196
2	-213,736	-104,175	-90,438	-109,562	-13,736
3	-213,736	-104,175	-90,438	-109,562	-13,736
4	-320,589	-156,246	-135,657	-164,343	-20,589
5	-320,589	-156,246	-135,657	-164,343	-20,589
6	-320,589	-156,246	-135,657	-164,343	-20,589
7	-320,589	-156,246	-135,657	-164,343	-20,589
8	-213,736	-104,175	-90,438	-109,562	-13,736
9	-213,736	-104,175	-90,438	-109,562	-13,736
10	-0,196	-0,196	0	0	-0,196
Элементы нижнего пояса					
11	58,369	119,998	50,871	61,629	7,498
12	136,477	280,277	118,7	143,8	17,777
13	162,513	333,703	141,31	171,19	21,203
14	136,477	280,277	118,7	143,8	17,777
15	58,369	119,998	50,871	61,629	7,498
Элементы стоек					
24	24	-27,09	-12,71	-11,87	-14,38
25	25	-27,09	-12,71	-11,87	-14,38
26	26	-27,09	-12,71	-11,87	-14,38
27	27	-27,09	-12,71	-11,87	-14,38
Элементы раскосов					
16	66,418	135,921	57,372	69,503	9,046
17	-96,484	-46,838	-40,98	-49,645	-5,859
18	28,666	58,453	24,588	29,787	4,078
19	-19,015	-9,086	-8,196	-9,929	-0,89
20	-19,015	-9,086	-8,196	-9,929	-0,89
21	28,666	58,453	24,588	29,787	4,078
22	-96,484	-46,838	-40,98	-49,645	-5,859
23	66,418	135,921	57,372	69,503	9,046
34	0,284	0,284	0	0	0,284
35	0,284	0,284	0	-1,455e-014	0,284
Элементы опорных раскосов					
30	-173,996	-84,635	-73,764	-89,361	-10,871
31	-173,712	-84,351	-73,764	-89,361	-10,587
32	-173,712	-84,351	-73,764	-89,361	-10,587
33	-173,996	-84,635	-73,764	-89,361	-10,871

2.3.3 Подбор стержней стропильной фермы

Для подбора сечений стержней фермы необходимо знать:

- 1) тип сечения стержня фермы;

- 2) геометрическую длину стержней фермы;
- 3) расчетную длину стержней в плоскости и из плоскости фермы;
- 4) предельные гибкости стержней фермы.

Тип сечения стержней – составной тавр, скомпонованный из двух равнополочных уголков.

Сечение стержней фермы подбирают по несущей способности, которая зависит от расчетной длины, и проверяют ее в двух направлениях (в плоскости фермы и в направлении перпендикулярном плоскости фермы). Для сжатых стержней необходимо знать расчетные длины $l_{ef,x}$ (в плоскости фермы) и $l_{ef,y}$ (из плоскости фермы). Несущая способность растянутых стержней не зависит от их длины, но гибкость растянутых элементов ферм ограничена нормами по статической нагрузке $[\lambda]=400$, и, следовательно, для ее определения также необходимо знать расчетные длины растянутых стержней в обоих направлениях.

В фермах пролетом 30 м сечение поясов изменяют по длине: между третьей и четвертой панелью в верхнем поясе и первой и второй панелью в нижнем поясе. Подбор сечений следует начинать со сжатых поясов для стержней с наибольшими усилиями.

Подбор элементов фермы выполнен с помощью программы «Кристалл» из программного комплекса «SCAD»

Верхний пояс стержень 5-6

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8

Сталь: С245

Группа конструкций 2 по приложению В СП 16.13330.2017

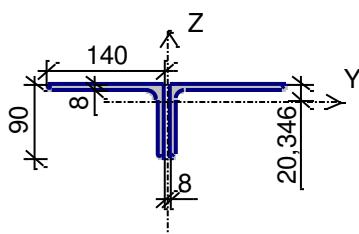
Коэффициент надежности по ответственности 1

Тип элемента - Элемент пояса

Длина панели 3 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости - 1 м

Сечение



Профиль: Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L140x90x8

Таблица 2.3 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
1	2	3	4
A	Площадь поперечного сечения	36	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	16,263	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	10,118	см ²
□□	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	239,25	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1588,538	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	7,246	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	2,578	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	6,643	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	117,589	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	34,349	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	110,315	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	110,315	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	56,297	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	176,103	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	1588,538	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	239,25	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	6,643	см
i _v	Минимальный радиус инерции	2,578	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	3,064	см
a _{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	3,064	см

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	3,266	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,954	см
P	Периметр	93,483	см

Таблица 2.4 – Результаты расчета по комбинациям загружений N = -320,59 кН

Проверено по СНиП 1	Проверка 2	Коэффициент использования 3
п.7.1.1	Прочность элемента	0,371
п.7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,915
п.7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,383
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,93

Коэффициент использования 0,93 - Гибкость элемента

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.1.1 от 22.07.2015

Верхний пояс стержень 3-4

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95

- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2017 2

Коэффициент надежности по ответственности 1

Тип элемента - Элемент пояса

Длина панели 3 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости - 1 м

Сечение

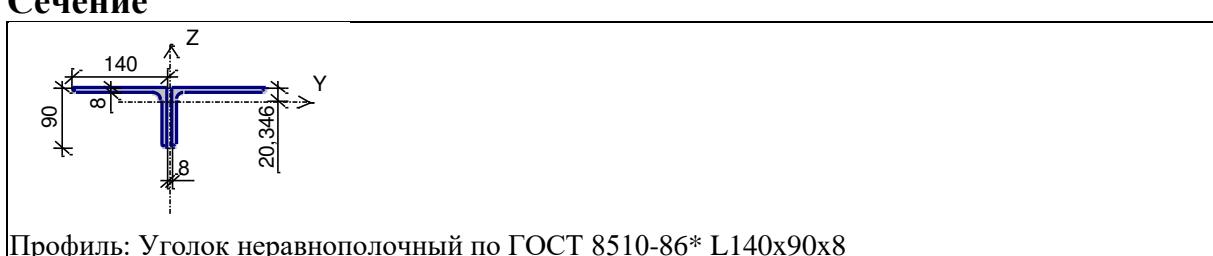


Таблица 2.5 – геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
1	2	3	4
A	Площадь поперечного сечения	36	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	16,263	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	10,118	см ²
□ □	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	239,25	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1588,538	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	7,246	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	2,578	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	6,643	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	117,589	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	34,349	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	110,315	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	110,315	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	56,297	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	176,103	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	1588,538	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	239,25	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	6,643	см
i _v	Минимальный радиус инерции	2,578	см
a _{u+}	Яdroвое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	3,064	см
a _{u-}	Яdroвое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	3,064	см
a _{v+}	Яdroвое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	3,266	см
a _{v-}	Яdroвое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,954	см
P	Периметр	93,483	см

Таблица 2.6 – Результаты расчета по комбинациям загружений N = -231,74 кН

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.7.1.1	Прочность элемента	0,268
п.7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,662
п.7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,277
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,829

Коэффициент использования 0,829 - Гибкость элемента
Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.1.1 от
22.07.2015

Нижний пояс стержень 14-15

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95

- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2017 2

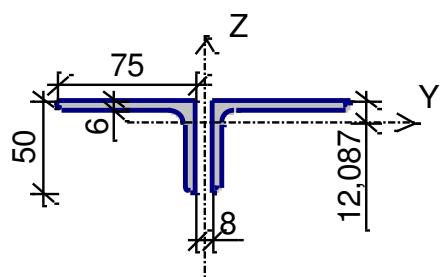
Коэффициент надежности по ответственности 1

Тип элемента - Элемент пояса

Длина панели 3 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости - 1 м

Сечение



Профиль: Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L75x50x6

Таблица 2.7 – геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
1	2	3	4
A	Площадь поперечного сечения	14,5	см ²

Окончание таблицы 2.7

1	2	3	4
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	6,924	см ²
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	4,163	см ²
$\square \square$	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	29,144	см ⁴
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	198,273	см ⁴
I_t	Момент инерции при свободном кручении	1,61	см ⁴
I_w	Секториальный момент инерции	0	см ⁶
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	1,418	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,698	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	24,111	см ³
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	7,687	см ³
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	25,098	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	25,098	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	12,368	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	41,098	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	198,273	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	29,144	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	3,698	см
i_v	Минимальный радиус инерции	1,418	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,731	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,731	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,663	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,53	см
P	Периметр	51,25	см

Таблица 2.8 – Результаты расчета по комбинациям загружений N = 333,7 кН

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.7.1.1	Прочность элемента	0,959
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,529

Коэффициент использования 0,959 - Прочность элемента

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.1.1 от

22.07.2015

Нижний пояс стержень 12-13

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8

Сталь: С245

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2011 2

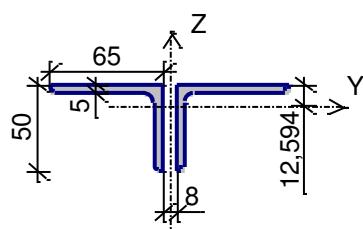
Коэффициент надежности по ответственности 1

Тип элемента - Элемент пояса

Длина панели 5,792 м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости - 1 м

Сечение



Профиль: Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86* L65x50x5

Таблица 2.9 – геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
1	2	3	4
A	Площадь поперечного сечения	11,12	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	5,06	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	3,526	см ²
◻ ◻	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	24,15	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	110,808	см ⁴

Окончание таблицы 2.9

1	2	3	4
I_t	Момент инерции при свободном кручении	0,866	см ⁴
I_w	Секториальный момент инерции	0	см ⁶
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	1,474	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,157	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	19,175	см ³
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,456	см ³
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	16,059	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	16,059	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	10,181	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	26,677	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	110,808	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	24,15	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	3,157	см
i_v	Минимальный радиус инерции	1,474	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,444	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,444	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,724	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,581	см
P	Периметр	47,142	см

Таблица 2.10 – Результаты расчета по комбинациям загружений N = 119,99 кН

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.7.1.1	Прочность элемента	0,45
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,983

Коэффициент использования 0,983 - Гибкость элемента

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.1.1 от 22.07.2015

Опорный раскос

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95

- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8

Сталь: С245

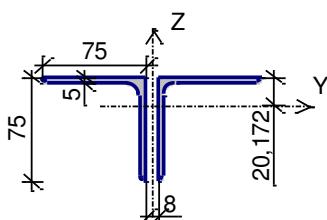
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2017 2

Коэффициент надежности по ответственности 1

Тип элемента - Опорный раскос

Длина элемента 2,11 м

Сечение



Профиль: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75x5

Таблица 2.11 – геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
1	2	3	4
A	Площадь поперечного сечения	14,78	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	5,691	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	5,483	см ²
◻ ◻	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	78,979	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	165,337	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	1,158	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	2,312	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,345	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	39,152	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	20,929	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	20,929	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	21,792	см ³
W _{pl,v}	Пластический момент сопротивления относительно оси V	35,726	см ³

Окончание таблицы 2.11

1	2	3	4
I _u	Максимальный момент инерции	165,337	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	78,979	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	3,345	см
i _v	Минимальный радиус инерции	2,312	см
a _{u+}	Яdroвое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,416	см
a _{u-}	Яdroвое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,416	см
a _{v+}	Яdroвое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,649	см
a _{v-}	Яdroвое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,975	см
P	Периметр	60,712	см

Таблица 2.12 Результаты расчета по комбинациям загружений N = -173,99 кН

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
		1
п.7.1.1	Прочность элемента	0,49
п.7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,906
п.7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,684
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,727

Коэффициент использования 0,906 - Устойчивость элемента в плоскости фермы

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.1.1 от 22.07.2015

Раскосы

Расчет выполнен по СП 16.13330.2011

Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95

- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8

Сталь: С245

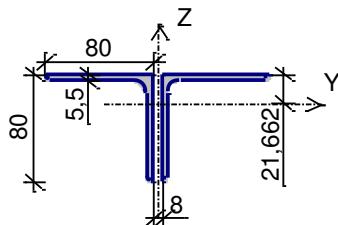
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2011 2

Коэффициент надежности по ответственности 1

Тип элемента - Элемент решетки

Длина элемента 4,35 м

Сечение



Профиль: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L80x5

Таблица 2.13 – геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
1	2	3	4
A	Площадь поперечного сечения	17,26	см ²
A _{v,y}	Условная площадь среза вдоль оси U	6,679	см ²
A _{v,z}	Условная площадь среза вдоль оси V	6,405	см ²
□ □	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I _y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	105,269	см ⁴
I _z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	218,936	см ⁴
I _t	Момент инерции при свободном кручении	1,639	см ⁴
I _w	Секториальный момент инерции	0	см ⁶
i _y	Радиус инерции относительно оси Y1	2,47	см
i _z	Радиус инерции относительно оси Z1	3,562	см
W _{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	48,595	см ³
W _{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	18,045	см ³
W _{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	26,064	см ³
W _{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	26,064	см ³
W _{pl,u}	Пластический момент сопротивления относительно оси U	27,143	см ³
I _u	Максимальный момент инерции	218,936	см ⁴
I _v	Минимальный момент инерции	105,269	см ⁴
i _u	Максимальный радиус инерции	3,562	см
i _v	Минимальный радиус инерции	2,47	см
a _{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,51	См
I _u	Максимальный момент инерции	218,936	см ⁴

Окончание таблицы 2.13

1	2	3	4
I_v	Минимальный момент инерции	105,269	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	3,562	См
i_v	Минимальный радиус инерции	2,47	См
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,51	См
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,51	См
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,815	См
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,045	См
P	Периметр	64,912	см

Таблица 2.14 – Результаты расчета по комбинациям загружений N = -96,47 кН

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
		3
1	2	3
п.7.1.1	Прочность элемента	0,291
п.7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,948
п.7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,768
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,92

Коэффициент использования 0,948 - Устойчивость элемента в плоскости фермы

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.1.1 от 22.07.2015

Стойки

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95

- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8

Сталь: С245

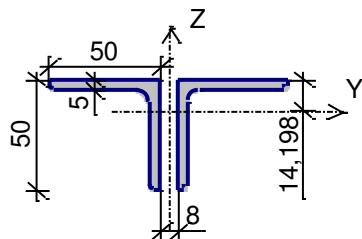
Группа конструкций по приложению В СП 16.13330.2017 2

Коэффициент надежности по ответственности 1

Тип элемента - Элемент решетки

Длина элемента 3,15 м

Сечение



Профиль: Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5

Таблица 2.13 – геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
1	2	3	4
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см ²
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	4,152	см ²
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см ²
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	Град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см ⁴
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	54,181	см ⁴
I_t	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см ⁴
I_w	Секториальный момент инерции	0	см ⁶
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	См
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	2,376	См
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см ³
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см ³
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	10,033	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	10,033	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	17,47	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	54,181	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	22,387	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	2,376	См
i_v	Минимальный радиус инерции	1,527	См

Окончание таблицы 2.15

1	2	3	4
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,045	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,045	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см

Таблица 2.16 – Результаты расчета по комбинациям загружений N = -27,09 кН

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования	
		1	
п.7.1.1	Прочность элемента	0,147	
п.7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,617	
п.7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,437	
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость элемента	0,954	

Коэффициент использования 0,954 - Гибкость элемента

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1.1.1 от 22.07.2015

Результаты подбора сечений стержней стропильной фермы сводим в таблицу 2.17

Таблица 2.17 – Сечения стержней стропильной фермы

Элемент фермы	Стержень	Сечение	
		1	2
Верхний пояс	1-2	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	3
	2-3	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	3-4	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	4-5	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	5-6	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	6-7	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	7-8	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	8-9	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	9-10	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
	10-11	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L140x90x8	
Нижний пояс	12-13	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L65x50x5;	
	13-14	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L75x50x6	

Окончание таблицы 2.17

1	2	3
Нижний пояс	14-15	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L75x50x6
	15-16	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L75x50x6
	16-17	Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86 2L65x50x5
Стойки	3-13	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L50x5
	5-14	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L50x5
	7-15	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L50x5
	9-16	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L50x5
Опорные раскосы	2-12	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L75x5
	10-17	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L75x5
Раскосы	2-13	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	4-13	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	4-14	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	6-14	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	6-15	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	8-15	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	8-16	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	10-16	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5
	10-17	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 2L80x5,5

2.3.4 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы

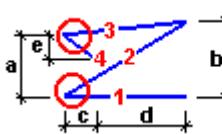
Расчет узлов был произведен с помощью программы «Комета-2» из программного комплекса «SCAD». Результаты расчета приведены ниже

Узел 1

Расчет выполнен по СП 53-102-2004

- Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$;
- Коэффициент условий работы 1;
- Сталь С245;
- Заводская сварка;
- Ручная;
- Положение шва - В лодочку;

Таблица 2.18 – Элементы узла

Элемент	Тип сечения	Профиль	
		1	2
1		3	L65x50x5 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)

Окончание таблицы 2.18

1	2	3
2		L75x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
3		L140x90x8 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
4		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 8$ мм

Конструкция

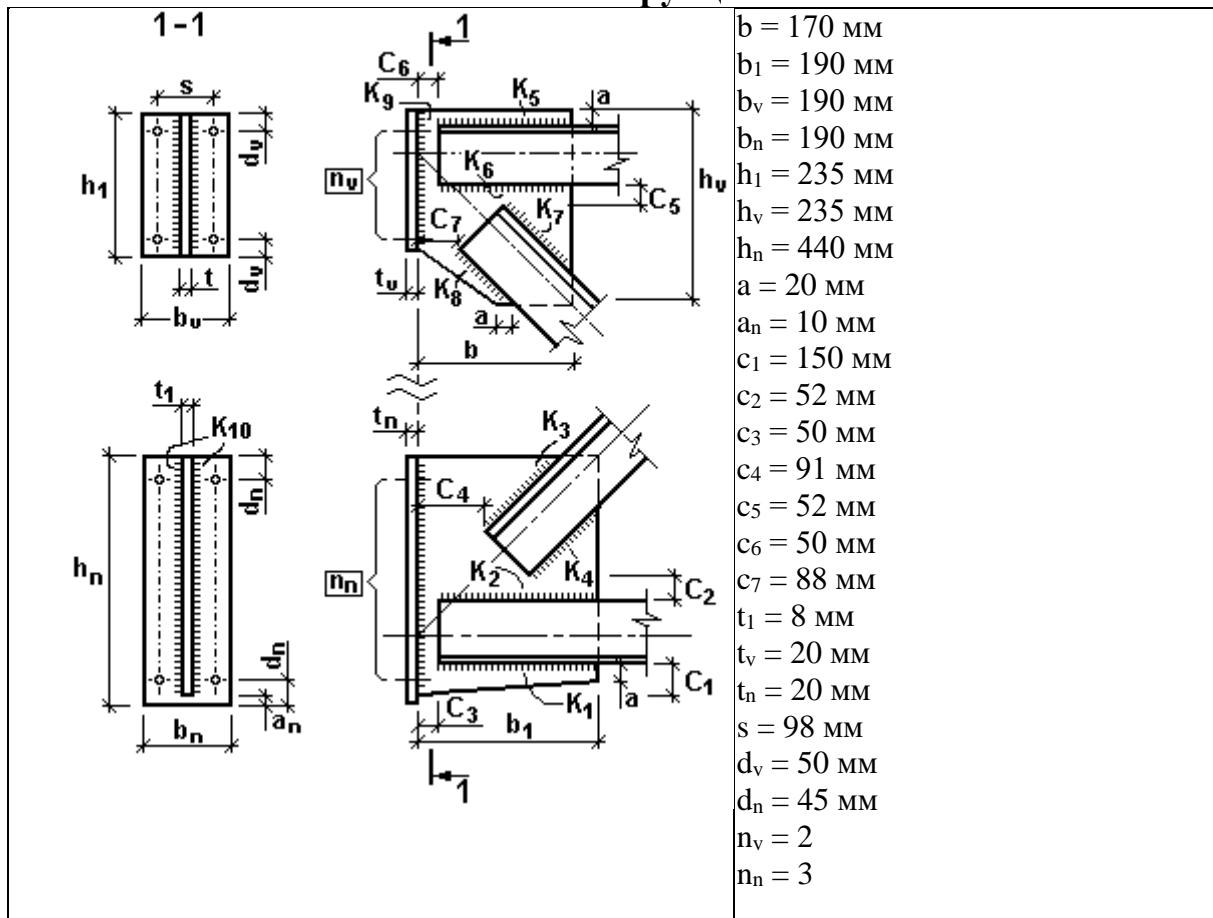


Таблица 2.19 - Сварные швы

Швы (мм)	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Катет	6	6	6	6	9	9	6	6	9	9
Длина	90	90	120	60	50	50	50	50	235	100

Усилия

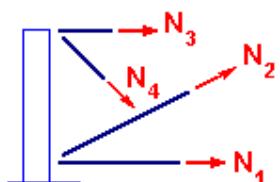


Таблица 2.20 – значения усилий в стержнях узла фермы

	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
1	2	3	4	5
	кН	кН	кН	кН
1	119,99	173,99	-0,196	0,284

Таблица 2.21 – Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.15.2.9, (165), (166), п.15.2.10, (168)	Прочность болтов верхнего пояса на срез и смятие	0,001
п.15.2.9, (165), (166), п.15.2.10, (168)	Прочность болтов нижнего пояса на срез и смятие	0,444
п.15.2.9, (167), п.15.2.10, (168)	Прочность болтов нижнего пояса на растяжение	0,774
п.9.2.1, (35)	Прочность фланца нижнего пояса на изгиб	0,337
	Прочность фланца нижнего пояса на смятие.	0,093
п.15.1.16, (155), (156), п.15.1.17, (157), (158), п.15.1.19, (161), (162)	Прочность сварного соединения фланца с фасонкой верхнего пояса	$4,715 \cdot 10^{-4}$
п.15.1.16, (155), (156), п.15.1.17, (157), (158), п.15.1.19, (161), (162)	Прочность сварного соединения фланца с фасонкой нижнего пояса	0,717

Коэффициент использования 0,774 - Прочность болтов нижнего пояса на растяжение

Отчет сформирован программой КОМЕТА (64-бит), версия: 21.1.1.1 от 22.07.2015

Узел 2

Расчет выполнен по СП 53-102-2004

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$

Коэффициент условий работы 1

Сталь С245

Заводская сварка

Ручная

Положение шва - В лодочку

Таблица 2.22 – элементы узла

	$a = 3,15 \text{ м}$ $b = 3,15 \text{ м}$ $c = 3 \text{ м}$ $d = 3 \text{ м}$
--	--

Окончание таблицы 2.22

Элемент	Тип сечения	Профиль
1	2	3
1		L90x56x6 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L75x50x6 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
3		L80x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
4		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
5		L80x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки $t = 10$ мм

Толщина накладки $t_1 = 8$ мм

Конструкция

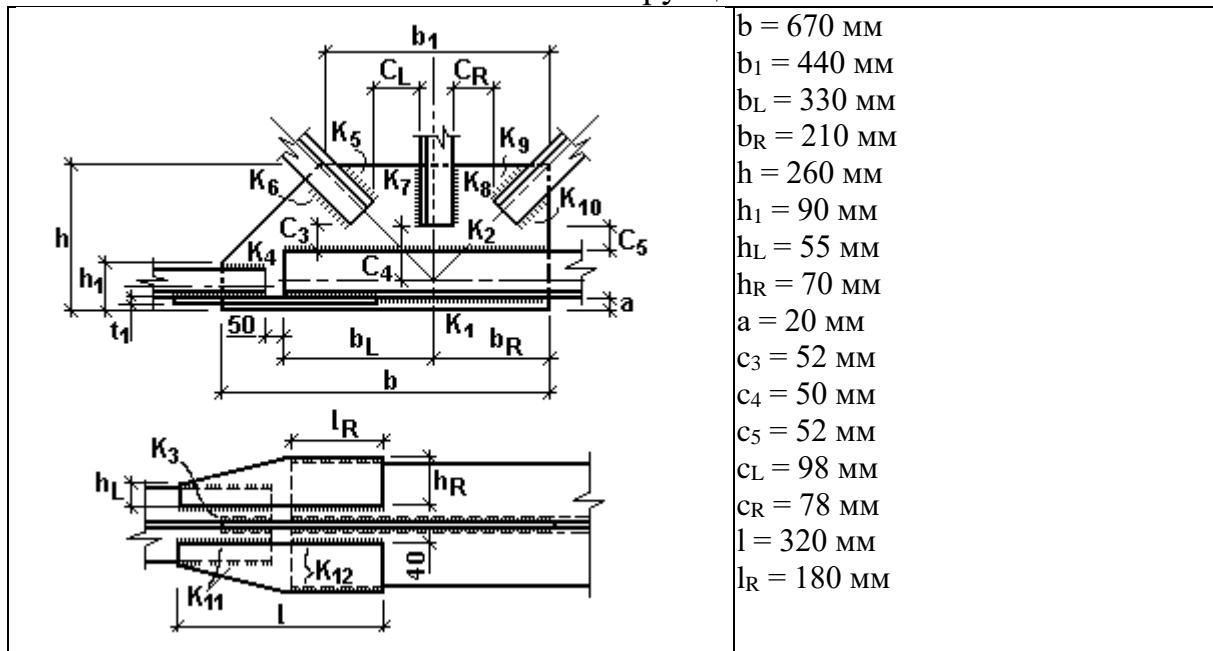


Таблица 2.33 – Сварные швы

Швы (мм)	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Катет	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	7	7
Длина	160	160	80	80	50	80	50	50	100	50	320	180

Усилия

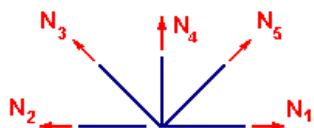


Таблица 2.34 – усилия в стержнях узла фермы

	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
1	2	3	4	5	6
	кН	кН	кН	кН	кН
1	280,28	119,99	-96,47	-27,09	135,92

Таблица 2.35 – Результаты расчета

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,433
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,111
п.15.1.16, (156)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,391
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,101
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки	0,09
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на пере уголка стойки	0,035
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка стойки	0,081
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на пере уголка стойки	0,032
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса	0,609
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на пере уголка правого раскоса	0,51
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка правого раскоса	0,551
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на пере уголка правого раскоса	0,461
п.8.1.1, (5)	Прочность по площади накладки при смене сечения пояса	0,684
п.15.1.16, (155), (156)	Прочность по несущей способности швов крепящих накладку	0,077
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на обушке левого поясного уголка	0,617
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на пере левого поясного уголка	0,197
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на обушке левого поясного уголка	0,557
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на пере левого поясного уголка	0,178
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на обушке правого поясного уголка	0,246
п.15.1.16, (155)	Прочность по металлу шва на пере правого поясного уголка	0,073

Окончание таблицы 2.35 – результаты расчета

1	2	3
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на обушке правого поясного уголка	0,223
п.15.1.16, (156)	Прочность по границе сплавления на пере правого поясного уголка	0,066

Коэффициент использования 0,684 - Прочность по площади накладки при смене сечения пояса

Отчет сформирован программой КОМЕТА (64-бит), версия: 21.1.1.1 от 22.07.2015

Проектирование фундаментов

3.1 Исходные данные для проектирования

3.1.1 Инженерно-геологические условия

Необходимо запроектировать фундамент под металлическую колонну бесподвального производственного здания с размерами 192 м в осях 1-34; пролетом 30 м в осях А – Е. За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола здания, что соответствует абсолютной отметке 148,150.

Уровень грунтовых вод -3,000 .

Нормативная глубина промерзания суглинистых грунтов – 2,1 м.

Инженерно – геологическая колонка показана на рисунке 3.1.

Инженерно-геологический колонка

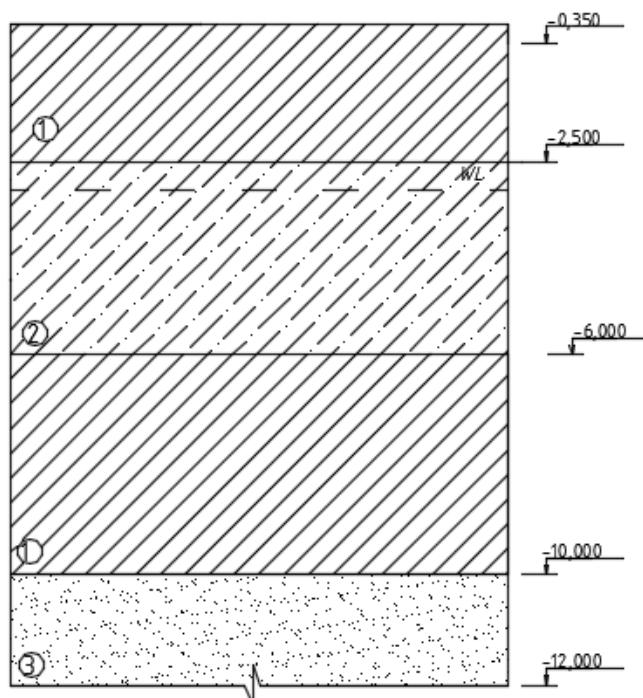


Рисунок 3.1 – инженерно-геологическая колонка.

Таблица 3.1 - Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства

Полное наименование грунта	h, м	W, д.е.	e, д.е.	Плотность, т/м ³			$\gamma(\gamma_{sb})$, кН/м ³	J _L , д.е.	W _L	W _P	S _r , д.е.	Расчетные характеристики			R ₀ , кПа	e, д. е.
				ρ	ρ_s	ρ_d						фп, град	C _{II} , кПа	E, МПа		
Суглинок тугопластичный	2,5	0,27	0,86	1,85	2,7	1,57	18,5	0,46	0,35	0,2	0,85	21,3	24,5	18,5	214	0,72
Супесь твердая	3,5	0,14	0,54	2,0	2,7	1,75	20	<0	0,37	0,35	0,7	29,1	17,4	24,8	290	0,54
Суглинок тугопластичный	4,0	0,27	0,86	1,85	2,7	1,46	18,5	0,46	0,35	0,2	0,85	19	18	11	185	0,85
Песок пылеватый, водонасыщенный, средней плотности	2,0	0,08	0,72	1,68	2,66	1,56	16,8	-	-	-	1	27,6	2,8	13,8	300	0,71

3.1.2 Нагрузки на основание

Длина колонны – 6,35 м; Расстояние от уровня чистого пола до обреза фундамента – 0,35 м.

Определяем расчетный вес колонны

$$Gk_1 = 218,69 \cdot 6 \cdot 1,05 \cdot 1 = 1,38 \text{ т};$$

Сбор нагрузок на фундамент:

- снеговая нагрузка – 14,38 кН/м²;
- кровля – 0,659 кН/м²;
- ферма – 2138 кг/шт · 1,05 = 2245 кг = 2,25 т;
- кран – 3,2 т · 1,2 · 0,5 = 1,92 т;
- прогоны – 126 кг/шт · 1,05 · 7 шт = 0,95 т;
- колонны – 1,38 т;
- пол – 2,5 т · 0,2 · 1,1 = 0,55 т;
- полезная – 2 кПа · 1,2 = 2,4 кПа = 0,24 т/м²;

Грузовая площадь – $S = 6 \cdot 30 = 180 \text{ м}^2$

Приведем нагрузки к одной единице измерения и посчитаем их сумму

$$N = (0,144 + 0,066 + 0,24) \cdot 180 + 2,25 + 1,92 + 0,95 + 1,38 + 0,55 = 150,74 \text{ т} = 1478,3 \text{ кН}$$

3.2 Проектирование фундамента мелкого заложения

3.2.1 Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента в пучинистых грунтах должна быть больше расчетной глубины сезонного промерзания грунта. Это необходимо для исключения возможных негативных последствий воздействия пучения грунта.

Расчетная глубина промерзания грунта определяется по формуле:

$$d_f = k_n \cdot d_{fn}, \quad (3.1)$$

где k_n – коэффициент влияния теплового режима сооружения, составляющий для наружных стен отапливаемых промышленных зданий с полами по грунту 0,7;

d_{fn} – нормативная глубина промерзания суглинков и глин (для Абакана – 2,1 м).

$$d_f = k_n \cdot d_{fn} = 0,7 \cdot 2,1 = 1,47 \text{ м.}$$

Так как грунт – суглинок является пучинистым, то необходимо заложить фундамент ниже уровня промерзания грунта. Расчетная глубина промерзания составляет 1,47 м, обрез фундамента на отм. -0,350. Исходя из этого принимаем глубину заложения фундамента равной 1850 мм, высота фундамента составит 1500 мм (кратно 300 мм).

3.2.2 Определение размеров подошвы фундамента и расчетного сопротивления грунта основания

Площадь подошвы фундамента определяется по формуле

$$A = \frac{N}{R_0 - \gamma_{nt} \cdot d}, \quad (3.2)$$

где N – максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обрезе фундамента, кН;

R_0 – расчетное сопротивление грунта, кН/м²;

γ_{nt} – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное 20 кН/м³.

d – глубина заложения фундамента, м.

$$A = \frac{1478,3}{214 - 20 \cdot 1,85} = 8,35 \text{ м}^2;$$

Принимаем прямоугольную форму фундамента. Соотношение сторон $\eta = l/b$ рекомендуется принимать в пределах $\eta \leq 1,2 - 1,5$.

Размеры сторон подошвы фундамента определяем из соотношения

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}} = \sqrt{\frac{8,35}{1,35}} = 2,49 \text{ м} \quad (3.3)$$

Длину фундамента определяем из соотношения

$$l = \eta \cdot b = 1,35 \cdot 2,49 = 3,36 \text{ м} \quad (3.4)$$

Размеры сторон фундамента должны быть кратными 300, следовательно, принимаем $b = 2,7 \text{ м}$, $l = 3,6 \text{ м}$.

Расчетное сопротивление грунта R , кН/м², для бесподвальных зданий при $b < 10 \text{ м}$ определяется по формуле

$$R = ((\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}) / K) \cdot [M_y K_z b \gamma_{II} + M_g d \gamma_{II}' + M_c c], \quad (3.5)$$

где γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условий работы, $\gamma_{c1} = 1,2$, $\gamma_{c2} = 1,1$;

K – коэффициент, равный 1, так как С и ф определены по таблицам;

M_γ , M_g и M_c - коэффициенты, зависящие от φ , $M_\gamma = 0,57$, $M_g = 3,3$, $M_c = 5,9$.

K_z – коэффициент при $b \leq 10$ м, равный 1;

γ_{II} - расчетное значение удельного веса грунта ниже подошвы фундамента (средневзвешенное - при слоистом напластовании до глубины $z = b$);

c - расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента, $24,5 \text{ кН/м}^2$;

d - глубина заложения фундамента бесподвального здания, 1,85 м.

$$R = ((1,25 \cdot 1)/1,1) \cdot [0,57 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 19,7 + 3,3 \cdot 1,85 \cdot 17,68 + 5,9 \cdot 24,5] = 321,36 \text{ кН/м}^2$$

Вычисляем новое значение площади подошвы фундамента, подставляя в формулу R вместо R_0 .

$$A = \frac{1478,3}{321,36 - 20 \cdot 1,85} = 5,2 \text{ м}^2;$$

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}} = \sqrt{\frac{5,2}{1,35}} = 1,96 \text{ м}$$

Длину фундамента определяем из соотношения

$$l = \eta \cdot b = 1,35 \cdot 1,96 = 2,65 \text{ м}$$

Размеры сторон фундамента должны быть кратными 300, следовательно, принимаем $b = 2,1 \text{ м}$, $l = 2,7 \text{ м}$.

3.2.3 Приведение нагрузок к подошве фундамента

Приведение нагрузок к подошве фундамента осуществляется по формулам

$$N_I^1 = \frac{N_k}{1,15} + b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{cp} \quad (3.6)$$

$$M_I^1 = \frac{M_k}{1,15} + \frac{Q_k h_\Phi}{1,15}; \quad (3.7)$$

$$Q_I^1 = \frac{Q_k}{1,15} \quad (3.8)$$

Принимаем $N_k = 1478,3 \text{ кН}$; $M_k = 124,91 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $Q_k = 26,73 \text{ кН}$; $h_\Phi = 1,5 \text{ м}$; $\gamma_{cp} = 20 \text{ кН/м}^3$; $d = 1,85 \text{ м}$; $b = 2,1 \text{ м}$; $l = 2,7 \text{ м}$.

$$N_I^1 = \frac{1478,3}{1,15} + 2,1 \cdot 2,7 \cdot 1,85 \cdot 20 = 1495,27 \text{ кН}$$

$$M_I^1 = \frac{193,91}{1,15} + \frac{26,73 \cdot 1,5}{1,15} = 203,49 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Q_I^1 = \frac{26,73}{1,15} = 23,24 \text{ кН}$$

3.2.4 Проверка условий расчета основания по деформациям

Условия расчета основания фундамента неглубокого заложения по деформациям определяются по формулам

$$1. P_{cp} = \frac{N}{A} + \gamma_{cp} \cdot d \leq R; \quad (3.9)$$

$$2. P_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} + \gamma_{cp} \cdot d \leq 1,2R; \quad (3.10)$$

$$3. P_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W} + \gamma_{cp} \cdot d \geq 0. \quad (3.11)$$

Момент сопротивления W определяется по формуле

$$W = bl^2/6, \quad (3.12)$$

Принимаем $b = 2,1 \text{ м}$; $l = 2,7 \text{ м}$.

$$W = 2,1 \cdot 2,7^2 / 6 = 2,55 \text{ м}^3.$$

Принимаем $N_k = 1478,3 \text{ кН}$; $M_k = 193,91 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $Q_k = 26,73 \text{ кН}$; $h_\phi = 1,5 \text{ м}$; $\gamma_{cp} = 20 \text{ кН}/\text{м}^3$; $d = 1,85 \text{ м}$; $b = 2,1 \text{ м}$; $l = 2,7 \text{ м}$.

$$P_{cp} = \frac{1478,3}{5,67} + 20 \cdot 1,85 = 297,72 \leq R = 321,36;$$

$$P_{max} = \frac{1478,3}{5,67} + \frac{193,91}{2,55} + 20 \cdot 1,85 = 373,76 \leq 1,2R = 385,63;$$

$$P_{min} = \frac{1478,3}{5,67} - \frac{193,91}{2,55} + 20 \cdot 1,85 = 221,67 \geq 0.$$

Все условия выполняются, следовательно размеры подошвы фундамента подобраны верно.

3.2.5 Конструирование столбчатого фундамента

Геометрические характеристики подошвы фундамента $b = 2,1 \text{ м}$; $l = 2,7 \text{ м}$; $A = 5,67 \text{ м}^2$.

Назначим размеры и количество ступеней:

В направлении 1 принимаем одну ступень высотой $h = 300$ мм, вылетом 600 мм.

В направлении b принимаем одну ступень высотой 300 мм, вылетом 600 мм.

Принимаем фундамент одноступенчатым без стакана с размерами обреза 900x1500 мм, размер плитной части 2100x2700мм.

3.2.6 Расчет плитной части фундамента на продавливание

Плитную часть фундамента необходимо проверить на продавливание. При этом продавливающая сила должна быть воспринята бетонным сечением без постановки поперечной арматуры.

Проектируемый фундамент является высоким, так как удовлетворяет условию:

$$h_{cf} - d_p > 0,5(l_{cf} - l_c) \quad (3.13)$$

где h_{cf} – высота подколонника;

d_p – глубина стакана;

l_{cf} – длина поперечного сечения подколонника;

l_c – длина поперечного сечения колонны;

$$1.5 - 0 > 0.5 \cdot (1.5 - 0.3)$$

$$1.5 > 0.6$$

Исходя из этого делаем проверку на продавливание как для высокого фундамента. Проверка выполняется по условию:

$$F \leq b_m \cdot h_{0,p} \cdot R_{bt}, \quad (3.14)$$

где F – сила продавливания по одной, наиболее нагруженной грани фундамента, кН;

b_m – ширина продавливаемой области, м;

$h_{0,p}$ – рабочая высота плитной части фундамента, м;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона, МПа.

Сила продавливания по наиболее нагруженной части фундамента определяется по формуле.

$$F = A_0 \cdot p_{max} \quad (3.15)$$

где A_0 – площадь металлической пластины, m^2 ;

p_{max} – максимальное давление под подошвой фундамента от расчетных нагрузок, кПа.

$$A_0 = 0,5b(l - l_{cf} - 2h_{0,p}) - 0,25(b - b_{cf} - 2h_{0,p})^2 \quad (3.16)$$

$$h_{0,p} = h - h_{cf} - 0,05 = 1,8 - 1,5 - 0,05 = 0,25 \text{ м.}$$

$$A_0 = 0,5 \cdot 2,1 \cdot (2,7 - 1,5 - 2 \cdot 0,25) - 0,25 \cdot (2,1 - 0,9 - 2 \cdot 0,25)^2 = 0,612$$

$$F = 0,612 \cdot 373,76 = 228,74 \text{ кН}$$

Ширина продавливаемой области определяется по формуле

$$b_m = b_{cf} + h_{0,p}, \quad (3.17)$$

где b_{cf} – ширина подколонника, м;
 $h_{0,p}$ – то же, что и в формуле (2.40).

$$b_m = 0,9 + 0,25 = 1,15 \text{ м.}$$

Принимаем $F = 228,74 \text{ кН}$; $b_m = 1,15 \text{ м}$; $h_{0,p} = 0,25 \text{ м}$; $R_{bt} = 900 \text{ кПа}$ для бетона В20.

$$F = 228,74 \leq 1,15 \cdot 0,25 \cdot 900 = 258,75 \text{ кН}$$

Условие выполняется, следовательно, продавливание плитной части фундамента не наблюдается.

3.2.7 Подбор сечения арматуры столбчатого фундамента

Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях фундамента возникают моменты, которые можно определить по формуле:

$$M_i = ((N \cdot c_i^2) / 2l) \cdot (1 + 6 \cdot e_0 / l - 4 \cdot e_0 \cdot c_i / l^2) \quad (3.18)$$

где N – расчетная (для первого предельного состояния) нагрузка на основание без учета веса фундамента и грунта на его обрезах;

e_0 – эксцентриситет нагрузки при моменте M , приведенном к подошве фундамента;

c_{xi} – вылет ступени, м.

Эксцентриситет нагрузки рассчитывается по формуле:

$$e_{0x} = M' / N' \quad (3.19)$$

где M' – наибольший изгибающий момент, действующий на основание, кН·м;
 N' – наибольшая вертикальная нагрузка, действующая на фундамент, кН.

$$e_{0x} = 203.49 / 1495.27 = 0.14 \text{ м}$$

Расчет подбора арматуры приведен в таблице 3.4

Таблица 3.4 – расчет площади арматуры в зависимости от сечения

Сечение	c_i	$\frac{N_{ci}^2}{2 * l(b)}$	$1 + \frac{6 * e_0}{l} - \frac{4 * e_0 * c_i}{l^2}$	$M, \text{кН} \cdot \text{м}$	a_m	ϵ	h_{0i}	$A_s, \text{см}^2$
1-1	0,6	99,68	1,27	126,1	0,065	0,966	0,25	14,31
2-2	1,35	504,65	1,21	609,32	0,016	0,992	1,45	11,61
1'-1'	0,6	32,04	1	32,04	0,021	0,989	0,25	3,55
2'-2'	1,05	392,51	1	392,51	0,018	0,991	1,45	7,48

Подошва фундамента армируется одной сеткой с рабочей арматурой класса А – 400 в двух направлениях. Шаг рабочей арматуры принимается 200 мм. В продольном направлении сетка имеет 10 стержней, в поперечном направлении – 14 стержней. Диаметр арматуры в направлении 1 принимаем 14 мм (для 10Ø14 А – 400 – 15,4 см²), в направлении b – мм (для 14Ø10 А – 400 – 10,99 см²). Длины стержней принимаем соответственно 2050 и 2650 мм.

Подколонник армируем двумя сетками С-2, принимая рабочую (продольную) арматуру конструктивно Ø12 А – 400 с шагом 200 мм, поперечную Ø6 А – 240 с шагом 600 мм. Длина рабочих стержней 1450 мм, количество в сетке – 7. Длина поперечной арматуры – 1450 мм, количество стержней в сетке – 3.

3.3 Проектирование свайного фундамента

В данном проекте проектируются висячие сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку острием и боковой поверхностью. Минимальное заглубление нижнего конца сваи в малосжимаемые грунты, а также в пески крупные, средней крупности и пылевато-глинистые грунты с показателем текучести $JL < 0,1$ составляет не менее 1 м.

Глубина заложения подошвы ростверка принимаем в зависимости от нагрузки: $N = 1478,3 \text{ кН} < 3000 \text{ кН}$ – глубина заложения – 1,65 м. На стадии эскизного проектирования для бесподвальных зданий рекомендуется глубина заложения ростверка, равная отметке дна стакана и увеличенная на толщину плиты: 300 мм.

Отметку головы сваи для определения ее длины принимают на 0,3 м выше отметки подошвы ростверка с последующей разбивкой при жестком сопряжении ростверка и сваи.

Предварительную отметку острия сваи принимают, исходя из требований: прорезка слабого слоя, и заходить в нижележащий слой не менее чем на 2 м., минимальная длина заглубления в более прочный грунт и т.д. Сваю необходимо заглубить в опорный слой не менее чем на 1 м. Таким образом, длину сваи приравнивают к ближайшему размеру сортамента. После определения типовой сваи корректируют отметку ее острия.

Длину свай применяю 6м.

Выбираю для дальнейшего проектирования сваю С60.30, с вариантом армирования 4-10 А400, классом бетона В15, расходом бетона 0,55м³, массой арматуры 25кг, массой сваи 1380кг.

По характеру работы в грунте в зависимости от условий опирания нижнего конца проектируемые сваи следует отнести к висячим, так как они не опираются на малосжимаемый грунт. Основанием их служит суглинок тугопластичный. Эти сваи работают как за счет сопротивления грунта по боковой поверхности, так и за счет сопротивления грунта под нижним концом.

Несущую способность забивной висячей сваи (кН) определяют по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i) \quad (3.20)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, 1.

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа.

A – площадь поперечного сечения сваи, м².

u – периметр поперечного сечения сваи, м.

f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа.

h_i - толщина i -го слоя грунта у боковой поверхности сваи, м;

γ_{cR} , γ_{cf} - коэффициенты условий работы соответственно под нижним концом и на боковой поверхности, учитывающие способ погружения и принимаемые при погружении свай марок С, $\gamma_{cR}=1$, $\gamma_{cf}=1$.

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 8475 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 108,65) = 893,13 \text{ кН.}$$

Для определения числа свай в фундаменте необходимо назначить допускаемую нагрузку на одну сваю. Ориентировочные ее значения равны:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{893,13}{1,4} = 637,95 \text{ кН.} \quad (3.21)$$

где γ_k - коэффициент надежности ,1,4.

3.3.1 Определение числа свай в фундаменте и эскизное конструирование ростверка

Число свай в фундаменте устанавливается исходя из условия максимального использования их несущей способности:

$$n = \frac{N}{\frac{F_d}{\gamma_k} - A d_p \cdot \gamma_{cp} - 1,1 \cdot 10 \cdot m_{sw}} \quad (3.21)$$

где N – максимальная сумма расчетных вертикальных нагрузок, действующих на обрезе ростверка:

A - площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю, 0,9 м².

γ_{cp} - средний удельный вес ростверка и грунта на его обрезах, 20 кН/м³.

d_p – глубина заложения ростверка, м.

$$n = \frac{1478.3}{637,95 - 0,9 \cdot 1,65 \cdot 20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,38} = 3.11 \approx 4 \text{ сваи.}$$

Полученное значение n округляется до целого числа в сторону большего, и количество свай в кусте равно 4 шт.

Начинаю конструирование с размещения свай и определения размеров ростверка в плане.

Свесы ростверков со свай составляют не менее 150 мм. Размеры монолитного ростверка в плане должны быть кратны 300 мм, а по высоте -150 мм.

Ориентировочно вес ростверка, кН, определяется по формуле:

$$G_p = b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{mt}. \quad (3.22)$$

где b_p и l_p - размеры ростверка в плане, м.

d_p - высота ростверка, м.

γ_{mt} - среднее значение его удельного веса и грунта (при ступенчатом ростверке – 22 кН/м³).

$$G_p = b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{mt} = 2,4 \cdot 2,7 \cdot 1,35 \cdot 22 = 192,5 \text{ кН.}$$

3.3.2 Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания

Расчетная нагрузка на сваю при действии моментов в одной плоскости определяется по формуле:

$$N' = \frac{N'}{n}. \quad (3.23)$$

где N' – соответственно расчетные усилия, при которых расчетное усилие в свае наибольшее; при определении вертикального усилия к расчетной нагрузке добавляют вес свай с коэффициентом надежности 1,1;

n – число свай в фундаменте;

x – расстояние в плоскости действия момента от главной оси куста до сваи;

x_i – расстояние от главной оси до каждой из свай;

Для крайних свай в кусте возможно превышение F_d/γ_k на 20%.

Нагрузки на сваи:

$$N_{cb}=1478,3/4=369,58 \text{ кН} < 637,95 \text{ кН.}$$

Условие $N_c < F_d/\gamma_k$ соблюдается.

3.3.3 Конструирование свайного фундамента

Назначение размеров подколонника в монолитном ростверке производят аналогично фундаменту мелкого заложения: для колонн с размером поперечного сечения 500x400 мм сечение подколонника следует принимать 1200x1200 мм. Отметка верхнего обреза фундамента принимается – 0,700 м. Размеры ростверка 300 мм и составляют $b=1800\text{мм}$, $l=2100\text{мм}$, а расстояние от его грани до грани сваи не менее 150мм.

Также назначается количество ступеней – одна. Вылет ступеней с обеих сторон 600мм.

Сопряжение ростверка со сваями принято жестким, так как присутствуют слабопучинистые грунты, при этом арматура замоноличивается в ростверк на величину, не менее 20 ØA400, что составляет 280мм.

При заделке сваи на глубину 50 мм арматурные сетки плиты укладываются на головы свай.

Класс бетона для ростверков по прочности на сжатие принят В15, по морозостойкости - не ниже F50. Армирование подошвы осуществляется сетками из стержней арматуры A400.

3.3.4 Расчет на продавливание плитной части колонны

Проверяется достаточность принятой высоты ростверка. Пирамида продавливания образуется плоскостями, проведенным от верха обреза под углом 45° до центра рабочей арматуры плиты (на 50мм выше подошвы ростверка).

Суть проверки на продавливание заключается в том, чтобы продавливающая сила не превысила прочность на растяжение по граням пирамиды продавливания.

Проверка производится из условия:

$$F < (2 \cdot R_{bt} \cdot h_{op}/\alpha) \cdot [h_{op}/c_1 \cdot (b_c + c_2) + h_{op}/c_2 \cdot (l_c + c_1)]. \quad (3.24)$$

где F – расчетная продавливающая сила, равная удвоенной сумме усилий в сваях, расположенных с одной наиболее нагруженной стороны от оси колонны и находящихся за пределами нижнего основания пирамиды продавливания; усилия в сваях определяются от нагрузки, приложенной к обрезу ростверка; α – коэффициент не менее 0,85, принимаемый равным:

$$\alpha = (1 - 0,4R_{bt}A_C/N_{max}) = (1 - 0,4 \cdot 701,25 \cdot 1,87 / 1478,32) = 0,64, \text{ принимаю } \alpha = 0,85.$$

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона ростверка растяжению, равное 0,75 МПа, при классе бетона В15, (R_{bt} следует умножать на коэффициенты $\gamma_{b2}=1,1$ и $\gamma_{b3}=0,85$), $R_{bt}=750 \cdot 1,1 \cdot 0,85=701,25$ МПа;

A_C – площадь боковой поверхности колонны, заделанной в стакан фундамента, $2 \cdot (b_c + l_c) \cdot d_c = 2 \cdot (0,5 + 0,6) \cdot 0,85 = 1,87 \text{ м}^2$.

h_{op} – рабочая высота плиты, 0,4 м.

c_1 и c_2 – расстояния от грани колонны соответственно с размерами b_c и l_c до внутренней грани ближайшего ряда свай, расположенных за пределами пирамиды продавливания (не более $h_{op}=400$ мм и не менее $0,4h_{op}=160$ мм), соответственно 400 мм, 400 мм.

$$701,25 < (2 \cdot 701,25 \cdot 0,4 / 0,85) \cdot [0,4 / 0,45 \cdot (0,5 + 0,45) + 0,4 / 0,45 \cdot (0,6 + 0,45)];$$

$$701,25 < 1174,96$$

Условие выполняется.

3.2.5 Расчет плиты ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Расчет плиты ростверка на изгиб и определение сечения арматуры производится с учетом того, что к плите ростверка прикладывается сосредоточенная нагрузка в местах опирания на сваи.

Подбор диаметра арматуры для сетки С1 осуществляется в результате расчета фундамента по прочности. Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях фундамента возникают моменты (1-1, 2-2, 1`-1`).

Момент в сечении ростверка определяется по формуле:

$$M = N_{cb} \cdot x. \quad (3.25)$$

где N_{cb} – расчетная нагрузка на сваю, кН, 369,58.

x – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибающей консоли до рассматриваемого сечения, м.

Суть проверки на продавливание заключается в том, чтобы продавливающая сила не превысила прочность на растяжение по граням пирамиды продавливания.

Проверка производится из условия:

$$M_{1-1}=2 \cdot 125=250 \text{ кНм};$$

$$M_{2-2}=2 \cdot 150=300 \text{ кНм}.$$

$$M_{1-1}=2 \cdot 70=140 \text{ кНм};$$

$$M_{2-2}=2 \cdot 95=190 \text{ кНм}.$$

Максимальным из полученных моментов является $M=300 \text{ кНм}$, по нему и будем подбирать арматуру.

Площадь рабочей арматуры равна:

$$A_s=M/(\xi \cdot h_0 \cdot R_s); \quad (3.26)$$

R_s – расчетное сопротивление арматуры, для арматуры класса A400 периодического профиля диаметром 10-40 мм равное 365000 кПа;

ξ - коэффициент, зависящий от величины a_m :

$$a_m=M/(b \cdot h_0^2 \cdot R_b);$$

b – ширина сжатой зоны сечения, 1,5м;

R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию, для бетона марки В12,5 оно равно 7,5МПа.

$$a_m=M/(b \cdot h_0^2 \cdot R_b)=300/(1,5 \cdot 1,45^2 \cdot 7500)=0,013;$$

$$\xi=0,985;$$

$$A_s=M/(\xi \cdot h_0 \cdot R_s)=300 \cdot 10^3 / (0,985 \cdot 1,45 \cdot 365)=5,75 \text{ см}^2;$$

Принимаем арматуру нижней сетки С1 в одном направлении $8\varnothing 10 \text{ А400}$ с площадью $A_s = 5,75 \text{ см}^2$, в другом направлении $8\varnothing 10 \text{ А400}$ (диаметр арматуры принимается не менее 10 см) с площадью $A_s=5,75 \text{ см}$

Ростверк армируется следующим образом: плита – сеткой С1 из стержней класса А400 и диаметром не менее 10 мм, так как $l < 3\text{м}$, с шагом 200 мм; подколонники – двумя сетками С2, расположенными вертикально по сторонам, перпендикулярно плоскости момента (по сторонам подколонника b_f) из стержней класса А240 и А400.

Армируется подошва ростверка одной сеткой с рабочей арматурой в двух направлениях.

Продольная рабочая арматура сетки С2 класса А400 диаметром 10 мм ставится с шагом 200 мм, а поперечная арматура класса А240 диаметром 6 мм с шагом 300 мм назначается конструктивно.

3.4 Технико-экономическое сравнение вариантов

Для того чтобы осуществить технико-экономическое сравнение вариантов, необходимо произвести расчет стоимости и трудоемкости устройства фундамента. Расчет стоимости работ и трудоемкости по возведению данных фундаментов ведется на базе расценок и норм трудозатрат 2000 г.

Калькуляция стоимости работ на столбчатый и свайный фундамент приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – стоимость и трудоемкость на столбчатый фундамент

Шифр	Наименование работ	Ед. изм.	Коли-чество	Расценки, руб.	Стоимость, руб.	Трудоёмкость, чел./ч / ед./общ.
1	2	3	4	5	6	7
Земляные работы						
1-169	Разработка экскаватором грунта 2-ой группы	1000 м ³	0,038	2149,65	81,68	6,10
1-321	Обратная засыпка грунта с уплотнением	1000 м ³	0,035	321,06	11,24	-
Бетонные работы						
6-1	Устройство бетонной подготовки	100 м ³	0,0052	3 897,23	20,27	180,00
6-7	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения с подколонниками	100 м ³	0,0238	9 800,18	233,24	453,12
Ценник	Бетоны тяжелые конструкционные В20	м ³	2,93	665,0	1948,45	
	Горячекатаная арматурная сталь	Т	0,11	5650,0	621,5	
Итого:					2916,38	639,1

Таблица 3.6 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента

Шифр	Наименование работ	Ед. изм.	Коли-чество	Расценки, руб.	Стоимость, руб.	Трудоёмкость, чел./ч / ед./общ.
1	2	3	4	5	6	7
Земляные работы						
1-168	Разработка грунта 2-ой группы экскаватором	1000м ³	0,038	2149,65	81,68	6,10
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000м ³	0,035	321,06	11,24	-

Окончание таблицы 3.6

Свайные работы						
5-7	Погружение в грунт 1-ой группы свай длиной до 12м	m^3	3,24	361,37	1170,84	2,7
5-31	Срубка свай	шт	4	73,44	547,86	1,4
Ценник	Сваи марки С60.30 длиной 3-12м	m	24	76,8	1843,2	-
Бетонные работы						
6-6	Устройство ростверка объемом до 5 m^3	$100m^3$	0,0193	9 800,18	189,14	453,12
6-72	Устройство дополнительной опалубки при воздушной прослойке	m^2	0,35	23,4	8,19	0,93
Ценник	Горячекатаная арматурная сталь	t	0,11	5650,0	621,5	-
Итого:				4473,65	464,25	

Вывод: Расчет стоимости возведения обоих видов фундамента показал, что возведение столбчатого фундамента гораздо дешевле устройства свайного, порядка 35%.

Расчет трудоемкости на производство работ по возведению столбчатого и свайного фундаментов показал, что на устройство свайного фундамента необходимо затратить на 27% больше труда рабочих и работающих, чем на производство работ по устройству фундамента мелкого заложения.

Было произведено техноэкономическое сравнение двух вариантов, в результате которого был выбран наиболее целесообразный вариант, вариант с фундаментом неглубокого заложения менее трудоемок и экономичен.

Технология строительного производства

4.1 Технологическая карта на монтаж стального каркаса промышленного здания

4.1.1 Область применения

Технологическая карта разработана на комплекс работ по возведению металлического каркаса цеха по ремонту и обслуживанию строительной техники. Работы ведутся методом монтажа отдельных сборных, готовых, конструктивных элементов в виде колонн, ферм, прогонов покрытия. Предназначена для нового строительства.

4.1.2 Общие положения

По данной технологической карте возводится здание с габаритными размерами 192x30 м. Здание – одноэтажное, состоит из двух блоков. Высота здания в осях 1-27 составляет 9,76 м, в осях 27-34 составляет 12,04. Общая площадь здания – 3960 м², строительный объем – 54,43 м³. Верхняя отметка кровли относительно уровня земли – 12,04 м.

Колонны каркаса выполнены прокатных стальных двутавров с параллельными гранями полок с номером профиля 40К2 по ГОСТ Р 57837-2017.

Фермы стропильные стальные сварные с элементами из парных уголков для производственных зданий по ГОСТ 23119-78.

Прогоны выполнены из стальных горячекатанных швеллеров с параллельными гранями полок профиля 24П по ГОСТ8240-97.

Монтаж стального каркаса выполняется с помощью ручной дуговой сварки. Сварные швы выполняются электродуговой сваркой, электродами Э42А, Э50А, Э55А.

Технологическую карту необходимо использовать вместе с рабочими чертежами на стальной каркас здания.

Нормативно-технические документы, используемые при разработке технологической карты приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Нормативно-технологические документы

Обозначение документа	Наименование документа
СП 48.13330.2011	Организация строительства.
СП 49.13330.2012	Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
СП 12-136-2002	«Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»
МДС 12-29.2006	Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.

4.1.3 Организация и технология выполнения работ

1. Перед тем, как начать монтаж стальных конструкций должны быть закончены подготовительные работы, а также работы "нулевого цикла".

2. Детали стального каркаса - колонны, фермы и прогоны должны соответствовать рабочей документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем.

Работы по укрупнению стальных конструкций и подготовке их к монтажу производить на специально оборудованной площадке для складирования и укрупнительной сборки, с использованием стрелового автомобильного крана типа КС-3577-3 "Ивановец". Работы по подготовке конструкций к монтажу осуществляют звено в составе трех монтажников, электросварщика и подсобного рабочего.

3. Монтаж стального каркаса осуществляется звеном из пяти рабочих в составе: три монтажника, электросварщик и подсобный рабочий. При этом используется монтажный кран типа КС 45719-7М с телескопической стрелой длиной до 23 м.

4. Монтаж каркаса начинают после сдачи-приемки фундаментов-опор для колонн здания, при наличии акта на скрытые работы. В процессе сдачи-приемки выполняется инструментальная проверка качества выполненных бетонных работ. При сдаче-приемке проверяется положение поперечных и продольных осей фундаментов-опор в плане и высотные отметки опорных поверхностей фундаментов.

5. Монтаж каркаса состоит из следующих операций:

- подготовка мест установки и крепления колонн;
- строповка колонн;
- подъем, наводка и установка их на место крепления;
- выверка и временное закрепление (если требуется);
- расстроповка колонн;
- подготовка мест опирания стропильных ферм;
- строповка стропильных ферм;
- подъем, наводка и установка стропильных ферм на место крепления;
- выверка и закрепление стропильных ферм.

Отдельным потоком, используя смонтированный каркас, произвести монтаж прогонов, ферм и встроенных стальных конструкций.

6. Перед монтажом колонну укладывают на деревянные подкладки. Колонну переводят монтажным краном из горизонтального в вертикальное, а затем и в проектное положение.

Наводку колонны в проектное положение производить с минимальной скоростью.

Положение колонны выверяют относительно разбивочных осей, проверяют ее вертикальность и высотную отметку. Основные допуски на монтаж колонны приведены в разделе 4.

Временное закрепление установленной колонны производят с помощью монтажной оснастки (подкосов, связей, кондукторов и т.п.), типоразмер которой зависит от размеров и конструкции монтируемой колонны.

Инвентарная расчалка с натяжным устройством прикреплена к колонне и к инвентарному железобетонному блоку (или к ранее смонтированному элементу каркаса).

Постоянное закрепление колонн, ферм и прогонов произвести сварными швами или болтовыми соединениями согласно проекту.

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

7. Установку колонн в проектное положение произвести с первого раза. Строповку осуществлять стропами с замыкающими устройствами на крюках. Неиспользуемые ветви стропа следует навешивать на соединительное звено. Угол между ветвями стропа не должен превышать 90° . Крюки стропа должны быть направлены от центра тяжести колонн.

Строповку колонны производить стропом типа 1СК-2,0/2000 по ГОСТ 25573-82 и клещевым захватом с дистанционным управлением расстроповкой - КЗ-3.2.

При строповке использовать съемные грузозахватные приспособления, типоразмеры которых применить с учетом конструкции и масс колонн.

8. При монтаже ферм отдельными элементами условия их работы отличаются от проектных из-за отсутствия раскреплений и смещения опор. В связи с этим необходимо рассчитывать устойчивость монтируемых ферм, как во время подъема, так и после установки на опоры до монтажа связей.

Строповку стропильной фермы в вертикальном положении производят за два узла верхнего пояса. Опорами фермы при подъеме являются места строповки. После установки фермы и закрепления опорной стойки к оголовку колонны болтами устойчивость фермы недостаточна из-за отсутствия связей. Для обеспечения устойчивости фермы до ее расстроповки верхний пояс фермы закрепляют расчалками или распорками к ранее смонтированным конструкциям. Подъем и установку ферм производят с закрепленными расчалками и оттяжками.

Таблица 4.2 – места строповки стропильной фермы пролетом 30 м.

Пролет ферм	Без опорных стоек			С одной или двумя опорными стойками		
	при сечении уголков поясов не менее, мм		места строповки	при сечении уголков поясов не менее, мм	при сечении уголков поясов не менее, мм	места строповок
	верхнего	нижнего		верхнего	нижнего	
1	2	3	4	5	6	7
30	110x8	100x6,5	1	110x8	100x6,5	3,3

Расчалки изготавливают из стального каната и ставят симметрично с обеих сторон фермы, располагая их под одним углом наклона в плане и к горизонтальной плоскости, чтобы не вызывать изгибающих усилий в элементах фермы. Угол наклона расчалок к горизонту принимают не более 45° .

Расчалки натягивают равномерно на одинаковое усилие различными лебедками или винтовыми стяжками, включенным в расчалки, и закрепляют к якорям, фундаментам соседних колонн или установленным конструкциям. При натяжении расчалок нужно следить за прямолинейностью верхнего пояса и вертикальностью ферм, производя пооперационный контроль. Для крепления расчалок применяют инвентарные переносные якоря.

Центр тяжести установленной на колонны фермы, опертой нижним поясом, находится выше опорной поверхности, поэтому ферму проверяют на устойчивость против опрокидывания от ветровой нагрузки. Нагрузку принимают равной $120\text{Н}/\text{м}^2$. В зависимости от высоты установки фермы нагрузку умножают на коэффициент возрастания скоростного напора и на аэродинамический коэффициент по нормам проектирования. При недостаточной устойчивости в середине пролета ставят пару расчалок или распорку к верхнему поясу.

Оставлять фермы, закрепленные проектными болтами к опорам и расчалками (без связей), более 8 ч (одной смены) не допускается.

На рисунке 4.1 показаны места крепления расчалок для стропильных ферм серии 1.460.2 и в таблице 4.3 указаны места увязки расчалок

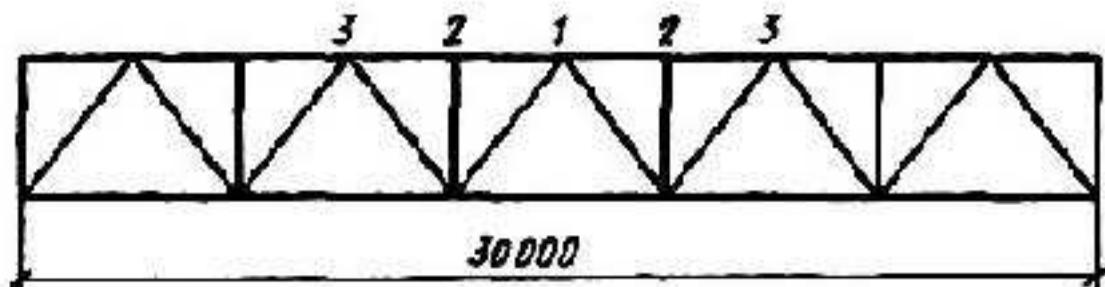


Рисунок 4.1 - места строповки или временного раскрепления в узлах верхнего пояса стропильной фермы

Таблица 4.3 - Места временного раскрепления стропильных ферм

Пролет ферм	При сечении уголков		Места раскрепления	Диаметр стального каната, мм	Предварительно напряженные, Н	
	верхнего	нижнего			в менее напряженной расчалке	в более напряженной расчалке
1	2	3	4	5	6	7
30	110x6,5	100x6,5	3,3	19,5	2690	4660
	125x10	110x8	1	19,5	2410	4180

Строповку стропильных ферм, монтируемых отдельными элементами, собранных с опорными стойками или без них, производят двухветвевым стропом за узлы верхнего пояса в соответствии с табл.3.3. При больших пролетах фермы и расстоянии между узлами строповки 12 м и более применяют инвентарные траверсы. При подъеме к ферме должен быть закреплен строповочный канат для прохода по нижнему поясу и при необходимости подвешены инвентарные площадки.

Монтаж ферм начинают со связевой панели. Поднятую несколько выше опорной поверхности ферму наводят оттяжками на опоры, после чего монтажники коликами совмещают отверстия в ферме с отверстиями для крепления на колонне и ферму медленно опускают на опоры. При опускании следят за совмещением рисок на ферме и колонне. Положение фермы в плане выправляют за счет разницы диаметров отверстий и диаметров болтов.

Первые две фермы ставят и закрепляют расчалками. Последующие фермы после установки до расстрапливания закрепляют распорками к ранее смонтированным фермам.

8. Монтаж стального каркаса производить способом "снизу-вверх", по захваткам, методом "на кран".

9. Сварочные работы выполняют после проверки правильности монтажа конструкций.

4.1.4 Требования к качеству и приемка работ

1. Для контроля качества монтажных работ выполнить:

- входной контроль конструкций и изделий согласно рабочей документации;

- контроль технологических операций;

- приемочный контроль.

2. При входном контроле предусмотреть проверку наличия и полноты рабочей проектной и технологической документации, соответствие конструкций и изделий этой документации.

Для контроля должны быть представлены рабочие чертежи, проект организации строительства, проект производства работ, технические паспорта, сертификаты на металлические изделия и конструкции и другие документы, указанные в рабочих чертежах.

3. Контроль технологических операций осуществлять в процессе их выполнения, следует предусмотреть своевременное измерение параметров, выявление их отклонений (дефектов) и меры по их устраниению и предупреждению.

4. Контроль производить лицу, имеющему необходимые полномочия.

Предельные отклонения параметров смонтированного стального каркаса приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Предельные отклонения параметров стального каркаса

Параметры	Предельные отклонения параметров, мм	Средства измерений
1	2	3
Отклонения (от проектных) отметок опорных поверхностей колонн	5	Нивелир НЗ, НЗК, 2Н-10КЛ, 2Н-3Л
Разность отметок опорных поверхностей колонн	3	То же
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении, то же - в верхнем сечении	5 10	Теодолит 2Т5К, 2Т30 Складной метр типа МСМ-82, МСД-1
Кривизна колонны	0,0013 расстояния между точками крепления, но не более 15	Прогибомер типа 6-ПАО Нивелир НЗ, НЗК, 2Н-10КЛ, 2Н-3Л
Отметки опорных поверхностей ферм, прогонов	10	Нивелир НЗ, НЗК
Смещение ферм с осей	15	Теодолит 2Т5К, 2Т30; Метр складной МСМ-82; МСД-1
Расстояния между осями ферм	15	Рулетка типа РЗ-10, РЗ-20

5. При приемочном контроле выполнить измерение и оценку предельных величин отклонений параметров и характеристик стального каркаса, приведенных в рабочей документации.

Величины отклонений линейных размеров и диагоналей, определяющих точность монтажа несущей металлической конструкции, измеряются геодезическими приборами и рулетками типа РЗ-2, РЗ-10, РЗ-20. Предельные величины этих отклонений не должны превышать значений, приведенных в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Предельные отклонения размеров стального каркаса

Интервалы номинальных размеров конструкций, м	Предельные отклонения линейных размеров, ± мм	Предельные отклонения диагоналей, ± мм
1	2	3
От 2,5 до 4,0	5	12
От 4,0 до 8,0	6	15
От 8,0 до 16,0	8	20

Окончание таблицы 4.5

1	2	3
От 16,0 до 25,0	10	25
От 25,0 до 40,0	12	30

5. Для приемки сварочных работ сварные швы по окончании работ очистить от шлака, брызг и наплывов металла. Непровары, наплывы, прожоги, трещины всех видов, размеров и расположения, оплавление основного металла не допускаются.

Дефекты сварных швов, которые необходимо учитывать при оценке качества сварочных работ, приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Допускаемые размеры дефектов сварных швов

Дефекты	Характеристика дефектов	Допускаемые размеры дефектов
Газовая полость	Максимальный размер полости	Не более 3 мм
Поры	Доля суммарной площади пор Максимальный размер поры	Не более 1-4% 2 мм
Шлаковые включения	Максимальный размер	2 мм
Непровары	Расстояния между непроварами	Не более 2 мм
Зазор между свариваемыми деталями	Максимальный размер	2 мм
Подрезы	Глубина подреза	Не более 1,0 мм
Выпуклость	Высота выпуклости -стыковой шов -угловой шов	Не более 5 мм 3 мм
Уменьшение катета шва	Разница в катетах (по проекту и по факту)	Не более 1 мм
Асимметрия углового шва	Разница в катетах углового шва	Не более 1,5 мм

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

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

При появлении в металле шва трещины необходимо прекратить сварку до установления причины трещинообразования. Сварку разрешается возобновить после устранения трещины и принятия мер по предотвращению образования трещин.

Для устранения трещины следует:

- установить расположение, протяженность и глубину трещины,
- засверлить сверлом диаметром 5-8 мм концы трещины с припуском 15 мм в каждую сторону,
- выполнить Y-образную разделку кромок с углом раскрытия 60-70°,
- заварить разделку кромок электродами диаметром 3 или 4 мм.

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

Исправленный сварной шов подлежит контролю ультразвуковой дефектоскопией.

4.1.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Работы по монтажу стального каркаса промышленного здания осуществлять при помощи необходимых средств малой механизации, монтажной оснастки, строительных машин, инвентаря и приспособлений.

Перечень необходимых материально-технических ресурсов приведен в таблице 4.7

Таблица 4.7 – Средства механизации, инструмент и приспособления для монтажа стального каркаса

Наименование, тип, марка, ГОСТ	Основные параметры	Назначение
1	2	3
Стреловой автомобильный кран КС 55712-5Л	Длина стрелы - 23 м Вылет стрелы – 2-21 м Высота крюка - 21 м Грузоподъемность - 16 т	Монтаж конструкций
Стропы по ГОСТ 25573-82	Строп 1СК-2,0, Строп 2СК-4,0	Монтаж конструкций
Комплект инструмента для монтажных работ	Состав комплекта: монтажные ломы, молотки, кувалды, зубило, напильник, рулетка, линейка, уровень, угольник	Монтаж конструкций
Автомобильный стреловой кран КС-3577-3 "Ивановец".	Длина стрелы - 17 м Вылет стрелы – 2-14,5 м Грузоподъемность - 1,2 т	Разгрузочные работы
Молоток пневматический ИП-4119	Энергия удара - 12,5 Дж	Подготовка варочных работ

Окончание таблицы 4.7

1	2	3
Машина ручная шлифовальная УШМ-2100	Диаметр круга 200/125 мм	Подготовка варочных работ
Кромкорез электрический ИЭ-6502	Толщина подготавливаемых кромок - 22 мм	Подготовка варочных работ
Электросварочный аппарат типа АС-500	Сварочный ток - 500 А; Мощность - 30 кВт	Сварочные работы
Комплект инструмента для сварочных работ	Состав комплекта: электрододержатели, зубила, молотки, отвертки диэлектрические, плоскогубцы, напильники, щетки из проволоки, метр складной, чертилка, циркуль	Сварочные работы
Вышка рамная ПСП 200 ЦНИИОМТП или ООО "Пресс"	Высота подъема до 12 м	Подмащивание
Лестницы монтажные приставные ЛП-11	Высота подъема до 10 м	Подмащивание
Ограждение места работ по ГОСТ 23407-78	Высота 1,6 м	Безопасность работ

4.1.6 Подбор грузозахватных средств монтажа

Таблица 4.8 – грузозахватные средства монтажа.

Наименование монтируемого элемента	Наименование технических средств монтажа	Эскиз	Характеристики			Потреб- нность кол-во, шт
			Грузоподъем- ность, т	Масса, кг	Высота, м	
1	2	3	4	5	6	7
Колонна К2	Строп 1СК-2.0		2	53	1,6	
Ферма ФС1	Траверса		7	24 5	1,4	
Прогоны	Грузозахватное устройство					

4.1.7 Подбор грузоподъемного механизма

Для выбора монтажного крана требуется произвести определение трёх основных характеристик: грузоподъемность, высота подъема крюка и вылет крюка.

Грузоподъемность крана найдем по формуле.

$$Q_k = M_{\vartheta} + M_{\Gamma+B} = 1,442 + 0,0062 = 1,4482 \text{ т}, \quad (4.1)$$

где M_{ϑ} – масса наиболее тяжелого элемента;

$M_{\Gamma+B}$ – масса грузозахватных и вспомогательных устройств, которая определяется по формуле

$$M_{\Gamma+B} = M_{\Gamma} + M_{\text{м.п.}} = 0,0053 + 0,0009 = 0,0062 \text{ т}, \quad (4.2)$$

где $M_{\Gamma} = 0,0053 \text{ кг}$ – масса стропа 1СК-2,0;

$M_{\text{м.п.}} = 0,0009 \text{ кг}$ – масса подстропка ПК4-4,0.

Высота подъема крюка

$$H_k = h_0 + h_3 + h_{\vartheta} + h_{\Gamma} = 12,04 + 0,5 + 3,15 + 3 = 18,69 \text{ м}, \quad (4.3)$$

где h_0 – высота здания;

h_3 – высота подъёма элемента над опорой, принимаемая 0,5 м;

h_{ϑ} – высота монтируемого элемента в положении подъема;

h_{Γ} – высота грузозахватного устройства.

Расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы определяется по формуле

$$H_c = H_k + h_n = 18,69 + 2 = 20,96 \text{ м}, \quad (4.4)$$

где $h_n = 2,0 \text{ м}$ – размер грузового полиспаста в стянутом состоянии.

Монтажный вылет крюка определяется по формуле

$$l_k = \frac{(b+b_1+b_2) \cdot (H_c - h_{\text{ш}})}{h_{\Gamma} + h_n} + b_3 = \frac{(0,5+3+0,5) \cdot (20,96-2)}{3+2} = 15,168 \text{ м} \quad (4.5)$$

где $b=0,5 \text{ м}$ – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом;

$b_1 = 4,2 \text{ м}$ – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле (половина ширины или длины элемента в положении подъема);

$b_2 = 0,5$ м – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента;

$h_{ш} = 2$ м – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота (пяты);
 $b_3 = 2$ м – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы.

Длина стрелы крана находится по формуле

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2}, \quad (4.6)$$

$$L_c = \sqrt{(15.17 - 2)^2 + (20.96 - 2)^2} = 22,43 \text{ м.}$$

Исходя из полученных характеристик выбираем самоходный кран типа КС 55713-5Л с характеристиками:

- Длина стрелы 23 м;
- вылет стрелы 2-21 м;
- Высота подъема крюка 22 м;
- грузоподъемность 16 т;

Грузовысотные характеристики

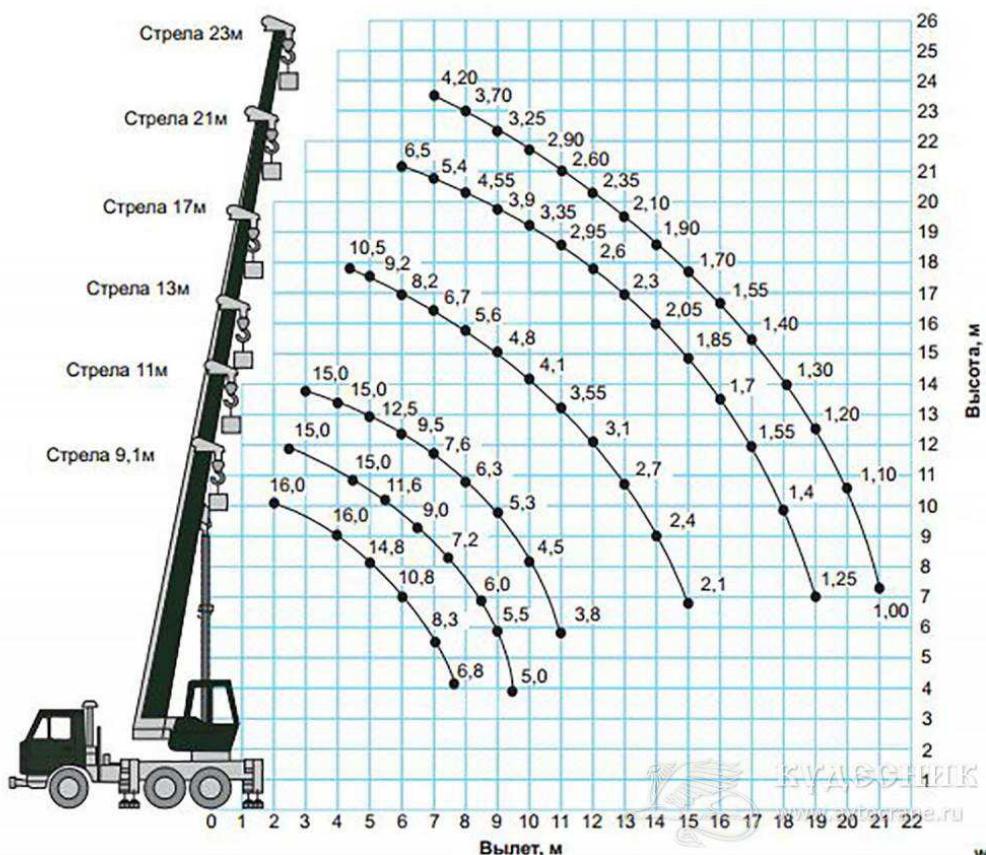


Рисунок 4.8 Грузовысотные характеристики самоходного крана КС 55713 – 5Л.

4.1.8 Техника безопасности и охрана труда

При организации и выполнении монтажных работ должны выполняться требования нормативных документов:

- СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования";

- СНиП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство".

Электробезопасность на рабочих местах должна быть обеспечена в соответствии с требованиями:

- ГОСТ 12.1.030-81 "Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление";

- ПОТРМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 "Межотраслевые Правила по охране труда при эксплуатации установок".

На строительной площадке должны быть обозначены знаками безопасности и ограждены опасные зоны, возникающие при работе грузоподъемных кранов.

Для уменьшения опасной зоны перемещение балок, ригелей (ферм) следует производить с использованием страховочных приспособлений (оттяжек) длиной 6 м и диаметром 12 мм, обеспечивающих наименьший габарит и предотвращающих их разворот.

Строительная площадка должна иметь ограждение, рабочие участки (места) должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-2015.

Ограждения должны удовлетворять требованиям ГОСТ 23407-78 и ГОСТ 12.4.059-89.

При работах, выполняемых с помощью средств подмащивания, необходимо выполнять требования ГОСТ 24258-88.

Рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами по ГОСТ Р 50849-96 и канатами страховочными по ГОСТ 12.4.107-82.

Монтажные работы должны производиться, как правило, в светлое время суток.

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046-85.

При выполнении монтажных работ с применением крана необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- работать по сигналу стропальщика;

- подъем, опускание, перемещение монтажных элементов (колонн, балок и т.п.), торможение при всех перемещениях выполнять плавно, без рывков;

- монтажные элементы во время перемещения должны быть подняты не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов;

- опускать колонны, балки и другие монтажные элементы необходимо на предназначенные и подготовленные для них места, обеспечивающие устойчивое их положение и легкость извлечения стропов.

4.1.9 Технико-экономические показатели

Калькуляция трудовых затрат представлена в таблице 4.9

Таблица 4.9 – Калькуляция трудовых затрат

Шифр	Наименование технологического процесса и его операций	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени рабочих, чел.-ч	Норма времени машин, маш.-ч	Затраты труда рабочих, чел-ч	Затраты времени машин, маш.-ч
0	1	2	3	4	5	6	7
E1-5	Выгрузка и раскладка конструкций массой до 1,5 т	100 т	1,25	5,4	2,7	6,75	3,34
E5-1-9	Монтаж колонн	Шт	68	3,5	0,7	238	47,6
E5-1-9	Монтаж колонн	Добав. на 1 т.	92,31	0,75	0,15	69,23	13,85
E5-1-6	Монтаж фахверковых колонн	Шт	33	0,96	0,32	31,68	10,56
E5-1-6	Монтаж фахверковых колонн	Добав. на 1 т.	12,93	2,5	0,83	32,33	10,73
E5-1-3	Укрупнительная сборка полуферм в фермы	Шт	66	2,9	0,58	191,4	38,28
E5-1-3	Укрупнительная сборка полуферм в фермы	Добав. на 1 т.	35,28	0,87	0,17	30,69	5,99
E5-1-6	Монтаж укрупненных ферм	Шт	33	7,6	1,1	250,8	36,3
E5-1-6	Монтаж укрупненных ферм	Добав. на 1 т.	35,28	0,87	0,12	30,69	4,23
E5-1-6	Монтаж прогонов	Шт	384	0,3	0,1	115,2	38,4
E5-1-6	Монтаж прогонов	Добав. на 1 т.	55,3	1	0,33	55,3	18,25
E5-1-6	Монтаж крестовых связей	Шт	24	0,64	0,21	15,36	5,04
E5-1-6	Монтаж крестовых связей	Добав. на 1 т.	12,23	3	1	36,69	12,23
E5-1-6	Монтаж горизонтальных связей	Шт	252	0,33	0,11	83,16	27,72
E5-1-6	Монтаж горизонтальных связей	Добав. на 1 т.	24	1,5	0,5	36	12
E5-1-19	Постановка болтов	100шт	57,37	11,5	-	659,78	-

Окончание таблицы 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8
E22-1-6	Односторонняя сварка тавровых, угловых и нахлесточных соединений: вертикальное	10м шва	25,35	7,3	-	185,05	-
E22-1-6	Односторонняя сварка тавровых, угловых и нахлесточных соединений: потолочное и горизонтальное	10м шва	31,35	8,7	-	272,75	-
Итого						2340,86	278,52

Организация строительного производства

5.1 Технологическая карта на монтаж каркаса

5.1.1 Определение продолжительности строительства

Согласно СНиП 1.04.03-85* часть I раздела А «Промышленное строительство» пункта 14 «Строительство и промышленность строительных конструкций и деталей», для баз по техническому ремонту и обслуживанию строительных машин с мощностью 150 обслуживаемых машин в год продолжительность строительства составляет 14 месяцев.

Так как строительство производится в районе с сейсмичностью в 7 баллов, учитываем коэффициент, равный 1,05.

$$T = 14 \cdot 1,05 \approx 15 \text{ мес.} \quad (5.1)$$

Окончательно принимаем продолжительность строительства 15 месяцев.

5.1.2 Привязка крана

Определим поперечную привязку.

Установку башенных кранов у здания производят, соблюдая безопасное расстояние между зданием и краном. Минимальное расстояние от оси рельсовых путей до наиболее выступающей части здания определяют по формуле:

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (5.2)$$

где $R_{\text{пов}}$ – радиус, описываемый хвостовой частью поворотной платформы крана (принимаем по паспортным данным крана);

$l_{\text{без}}$ – минимальное допустимое расстояние от хвостовой части поворотной платформы крана до наиболее выступающей части здания. Для стреловых самоходных кранов $l_{\text{без}} \geq 1,0 \text{ м}$, для башенных кранов, если выступающая часть здания (балкон) находится на высоте до 2 м, то $l_{\text{без}} \geq 0,7 \text{ м}$, при высоте более 2 м - $l_{\text{без}} \geq 0,4 \text{ м}$.

Подставим значения в формулу и получим:

$$B = 4,7 + 1,0 = 5,7 \text{ м.}$$

5.1.3 Определение зон действия крана на стройгенплане

При размещении строительного крана следует установить опасные для людей зону, в пределах которой могут постоянно действовать опасные производственные факторы.

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, где происходит перемещение грузов. Эта зона ограждается защитными ограждениями по ГОСТ 23407-78.

В целях создания условий безопасного ведения работ, действующие нормативы предусматривают зоны: монтажную зону, зону обслуживания крана, опасную зону работы крана, зону перемещения груза.

Монтажная зона – пространство, в пределах которого возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Зависит от высоты здания (при $H = 12,04$ м;).

$$R_{\text{мн}} = L_t + 5, \quad (5.4)$$

где L_t - наибольший габарит перемещаемого груза.

Подставим значения в формулу и получим:

$$R_{\text{мн}} = 8,4 + 5 = 13,4 \text{ м.}$$

Зона обслуживания краном, или рабочая зона – пространство в пределах линии, описываемой крюком крана ($R = 21,5$ м).

Опасная зона работы крана – пространство, в пределах которого возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания.

Радиус опасной зоны крана:

$$R_{\text{оп}} = R_p + b_t/2 + l_{tp} + X, \quad (5.6)$$

где R_p – максимальный требуемый вылет крюка крана;

b_t – наименьший габарит перемещаемого груза

l_{tp} – наибольший габарит перемещаемого груза;

X – величина отлета падающего груза.

$$R_{\text{оп}} = 20,7 + 0,2 + 8,4 + 7 = 36,3 \text{ м.}$$

5.4 Проектирование временных проездов и автодорог

Для внутрипостроечных перевозок пользуются в основном автомобильным транспортом. При этом основным типом автомобильных дорог на стройплощадке являются временные дороги, так как постоянные обычно не обеспечивают проезды крупногабаритного транспорта, используемого при строительстве.

Схема движения транспорта и расположения дорог в плане должна обеспечивать подъезд в зону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к площадкам укрупнительной сборки, складам, бытовым помещениям. При разработке схемы движения автотранспорта максимально

используют существующие и проектируемые дороги. Временные дороги должны быть кольцевыми, на тупиковых устраивают разъезды и разворотные площадки. При трассировке дорог должны соблюдаться минимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой - 1 м;
- между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку - 1,5 м.

На стройгенплане условными знаками обозначены въезды (выезды) транспорта, стоянки при разгрузке, а также места установки знаков.

Ширина проезжей части однополосных дорог -3,5 м, двухполосных -6м. На участках дорог, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги составляет 6 метров.

Радиусы закругления дорог принимают равным 12м, но при этом ширина проездов в пределах кривых увеличивается с 3,5 до 5м. Дорога планируется быть грунтовая профилированная.

5.5 Проектирование складского хозяйства

Проектирование складов ведут в следующей последовательности: определяют необходимые запасы хранимых ресурсов; выбирают метод хранения (открытый, закрытый и др.); рассчитывают площади по видам хранения; выбирают типы складов; размещают и привязывают к строительной площадке склады; размещают детали на открытом складе.

Необходимый запас материалов на складе:

$$P_{скл} = \frac{P_0}{T} \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.7)$$

где P_0 – кол-во материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения работ в расчетный период (принимается по ведомости потребности в основных материалах, конструкциях и изделиях);

T - продолжительность расчетного периода по календарному плану и ведомости объемов СМР, в днях;

T_n - норма запаса материала, в днях;

K_1 - коэффициент учёта неравномерности поставки материалов на склад, зависящий от вида транспорта (для ж/д и автомобильного он равен 1,1; для водного – 1,2);

K_2 - коэффициент учёта неравномерности потребления материалов, равный 1,3.

Площадь склада находим по формуле:

$$S_{тр} = P_{скл} \cdot q, \quad (5.8)$$

где $P_{скл}$ – расчётный запас материала (m^2 , m^3 , шт);

q – норма складирования на 1 м² площади пола с учётом проездов и проходов.

Фактическая складская площадь, включая проходы определяется по формуле:

$$S_{tp} = S_n \cdot C \cdot K_{pr}, \quad (5.9)$$

где S_n – нормативная площадь, м²/млн руб. стоимости СМР ;
 C – годовой объём СМР, млн руб.;

Результат произведенных расчетов представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет площадей складов

Материалы и изделия	Время использования материала, дни	Потребность Р ₀ /Т	Коэффициенты К ₁ , К ₂	Запас материала в, Т _н , дни	Расчетный запас материалов Р _{скл}	Площадь склада S _{tp} , м ²	Фактическая складская площадь на стройгенплане, м ²
							A
1	2	3	4	5	6	7	
Навесы							
Дверные блоки	4	-	-	-	-	10,14	11
Оконные блоки	12	-	-	-	-	34,19	35
Открытые площадки							
Колонны	5	-	-	-	-	68,92	69
Стропильные фермы	11	-	-	-	-	135,58	136
Прогоны	6	-	-	-	-	33,02	34
Кровельные сэндвич-панели	8	-	-	-	-	43,37	44
Стеновые сэндвич-панели	20	-	-	-	-	97,71	98
$\Sigma S_{otkr} = 427 \text{ м}^2$							

5.6 Проектирование бытового городка

Для того, чтобы запроектировать бытовой городок для начала необходимо определить потребность в работающих. Для этого произведу заполнение ведомости потребности в работающих. Процентное соотношение работающих принимаю: рабочие – 83,9%, Инженерно-технические работники –

11,0%, служащие – 3,6%, МОП и охрана – 1,5%. Максимальное количество работающих составляет 21 человек.

Таблица 5.2 – Ведомость потребности в работающих

№	Категория работающих	Удельный процент работающих, %	Максимальная численность работающих, чел	Из них занято в наиболее многочисленную смену	
				Процент общего числа работающих	Всего, чел.
A	B	1	2	4	5
1	Рабочие	83,9	17	70	12
2	ИТР	11,0	2	80	2
3	Служащие	3,6	1	80	1
4	МОП и охрана	1,5	1	80	1

Площади конкретных помещений определяются по формуле:

$$F = f \cdot N, \quad (5.10)$$

где f – нормативный показатель;

N – количество работающих, пользующихся данным типом помещений.

Учитывая, что максимальная численность рабочих в один период работ не превышает 60 человек, принимаем следующий состав помещений: гардеробная; помещение для обогрева, отдыха и приема пищи; душевая; уборная для мужчин; уборная для женщин; умывальня; сушильня; помещение для кратковременного отдыха; прорабская; красный уголок.

Таблица 5.3 – Экспликация временных зданий и сооружений

№	Наимено-вание помещения	Кол-во человек	Площадь, м ²		Принятый тип бытового помещения	Площадь, м ²		Кол-во зданий
			На одного человека	Расчетная		Одного здания	Всех зданий	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Санитарно-бытовые помещения								
1	Гардеробная	16	1,0	16	5055-1	21	21	1
2	Душевая	16	0,3	4,8	ВД-4	25	25	1
3	Помещение для обогрева, отдыха и приема пищи	12	0,8 на 20% работающих	1,92	4078-1.00.00.000.СБ	15	15	1
4	Туалет	16	0,07	1,12	494-4-14	24	24	1
5	Умывальня	16	0,08	1,28	494-4-14	10	10	1

Окончание таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Помещение для кратко-временного отдыха	12	0,5	6	494-4-09	10,9	10,9	1
7	Сушильня	16	0,2	3,2	ВС-8	20	20	1
Служебные								
8	Прорабская	2	24 на 5 человек	24	ПКЗ	27	27	1
Общественные здания								
9	Красный уголок	16	24 на 100 человек	24	ГОСС-КУ	24	24	1
	<u>ИТОГО:</u>						155,9	
	Проходы (30%)						46,8	
	<u>ИТОГО (с проходами):</u>						202,7	

Бытовой городок необходимо размещать вне опасных зон.

5.7 Электроснабжение строительной площадки

Определим потребителей электричества на площадке

- силовое оборудование;
- технологические нужды;
- наружное освещение;
- внутреннее освещение.

Для обеспечения данной площадки электричеством в необходимом количестве, решено установить временную трансформаторную подстанцию

Рассчитаем мощность, необходимую для обеспечения строительной площадки электричеством по формуле:

$$P = \alpha \cdot (\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_t}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{osc} + \sum K_4 \cdot P_h), \quad (5.11)$$

где P – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

α – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности (1,05-1,1);

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением времени их работы;

P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

P_t – мощность, требуемая для технологических нужд, кВт;

P_{osc} – мощность, требуемая для наружного освещения, кВт;

$\cos\phi$ – коэффициент мощности в сети, зависящий от характера нагрузки и числа потребителей.

Результаты расчета заносим в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет электроэнергии

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Установленная мощность, кВт	Коэффициент спроса Кс	Требуемая мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
Технологические нужды, в т.ч.:					
- сварочные работы	10 м шва	23,4	0,5	0,5	5,85
Внутреннее освещение, в т.ч.:					
- отделочные работы	m^2	5804,44	0,04	0,8	185,74
- конторские и бытовые помещения	m^2	202,7	0,03	0,8	4,86
- душевые и уборные	m^2	35	0,02	0,8	0,7
- открытые склады, навесы	m^2	427	0,03	0,8	10,49

Для обеспечения строительной площадки электроэнергией используем киосковую электростанцию КТПн мощностью 250-1000кВт и напряжением на выходе 220 и 380В.

Схема электроснабжения принята смешанная.

Произведем расчёт освещения строительной площадки. Число прожекторов определяется по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{л}} = \frac{0,5 \cdot 1,5 \cdot 34704,7}{1000} = 25,98 \text{ шт}, \quad (5.12)$$

где Р – удельная мощность (при освещении прожекторами ПЗС-35 принимаем 0,5 Вт/ m^2);

E – освещённость, лк, устанавливаемая по СНиП 23-05-95;

S – площадь освещаемой территории, m^2 ;

Рл – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-35 принимаем 1000 Вт).

Принимаем количество прожекторов на строительной площадке – 26 шт.

Произведём расчет диаметра трубопровода исходя из максимальной потребности в воде. Расход воды примем как потребность воды на пожаротушение (10 л/с), так как она значительно превышает расчетное значение расхода воды из таблицы 15.

$$D = \frac{\sqrt{4000 \cdot \theta}}{\sqrt{\pi \cdot v}} = \frac{\sqrt{4000 \cdot 10}}{\sqrt{3,14 \cdot 1,0}} = 112,87 \text{ мм}, \quad (5.13)$$

где θ – суммарный расход воды, л/с;

v – скорость движения воды (примем 1,0 м/с).

Принимаем диаметр трубопровода 120 мм.

Пожарные гидранты следует размещать на расстоянии не более 150 м друг от друга и не дальше 6 м от дороги.

5.8 Технико-экономические показатели стройгенплана

- Протяжённость временных дорог: 0,423 км;
- Протяжённость временных инженерных коммуникаций, электросетей, линий водо-, паро- и теплоснабжения, канализации: 0,69 км;
- Протяжённость ограждения строительной площадки: 0,75 км;
- Общая площадь строительной площадки: 34704,7 м²;
- Площадь возводимых постоянных зданий и сооружений: 5760 м²;
- Площадь временных зданий и сооружений, включая складское хозяйство: 649,7 м²;

5.9 Рекомендации по контролю качества строительно-монтажных работ

Контроль качества строительно-монтажных работ производится с целью выяснения и обеспечения соответствия выполняемых работ и применяемых материалов, изделий и конструкций требованиям проекта, СниП и других действующих нормативных документов.

Эта цель достигается решением следующих задач:

- своевременным выявлением, устранением и предупреждением дефектов, брака и нарушений правил производства работ, а также причин их возникновения;
- определением соответствия показателей качества строительных материалов и выполняемых СМР установленным требованиям;
- повышением качества СМР, снижением непроизводительных затрат на переделку брака;
- повышением производственной и технологической дисциплины, ответственности работников за обеспечение качества СМР.

Контроль качества строительных материалов, изделий, конструкций и выполненных работ осуществляется путем их сплошной или выборочной проверки, вскрытия в необходимых случаях ранее выполненных скрытых работ и конструкций, а также испытания введенных конструкций (неразрушающими методами, нагрузками и иными способами) на прочность, устойчивость, осадку, звук и теплоизоляцию и на другие физико-механические и технические свойства в целях сопоставления с требованиями проекта и нормативных документов.

На объектах строительства надлежит:

- вести общий журнал работ, специальные журналы по отдельным видам работ (журнал работ по монтажу строительных конструкций, журнал сварочных работ, журнал антикоррозионной защиты сварных соединений, журнал замоноличивания монтажных стыков и узлов и др.), перечень которых устанавливается заказчиком по согласованию с генподрядчиком и субподрядными организациями, журнал авторского надзора проектных организаций (при его наличии);
- составлять акты освидетельствования скрытых работ, промежуточной приемки ответственных конструкций, испытаний и опробования оборудования, систем, сетей и устройств;
- оформлять другую производственную документацию, предусмотренную СНиП по отдельным видам работ, и исполнительную документацию - комплект рабочих чертежей с надписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или с внесенными в них по согласованию с проектной организацией изменениями, сделанными лицами, ответственными за производство СМР.

5.10 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

Перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда, разработан в соответствии с СП 12-36-2002, СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-03-2002.

Производственное оборудование, приспособления и инструмент, применяемые для организации рабочего места, отвечают требованиям безопасности труда.

Производственные территории, участки работ и рабочие места обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда.

Опасные зоны, в которые вход людей, не связанных с данным видом работ, запрещен, огораживаются и обозначаются.

Временные административно-хозяйственные и бытовые здания и сооружения размещены вне опасной зоны от работы монтажного крана.

Туалеты размещены таким образом, что расстояние от наиболее удаленного места вне здания не превышает 200 м.

Питьевые установки размещены на расстоянии, не превышающем 75 м от рабочих мест.

Между временными зданиями и сооружениями предусмотрены противопожарные разрывы.

На строительной площадке должны создаваться безопасные условия труда, исключающие возможность поражения людей электрическим током.

Строительная площадка, проходы, проезды и рабочие места освещены.

Размещены пожарные посты, оборудованные инвентарем для пожаротушения.

5.11 Мероприятия по охране окружающей среды

В целях защиты окружающей среды от возможного негативного воздействия строительных работ производятся следующие мероприятия:

- площадка строительства ограждается временным забором;
- временные подъездные пути и площадки складирования устраиваются с твердым покрытием;
- строительные машины и механизмы с двигателем внутреннего сгорания используются с контролируемым содержанием в выхлопных газах вредных веществ, не превышающих нормируемых значений;
- вводятся ограничения по габаритам и грузоподъемности применяемой техники;
- на выезде со строительной площадки организуется пост очистки колес автомобилей;
- применяемые строительные материалы, конструкции и оборудование имеет гигиенические сертификаты и сертификаты в области пожарной безопасности;
- предусматривается механизация подачи, распределения и укладки бетонной смеси;
- все образующиеся в процессе строительства бытовые отходы и отдельно накапливаемые отходы строительных материалов и конструкций, не подлежащие повторному применению, собираются раздельно в закрытые контейнеры и регулярно вывозятся спецавтотранспортом по договору на согласованные места размещения;
- сбор строительного мусора производится с применением закрытых лотков и бункеров накопителей;
- проходы, проезды и погрузочно-разгрузочные площадки регулярно очищаются от мусора;
- запрещается сжигание строительных отходов на строительной площадке;
- строительная площадка оборудуется комплексом первичных средств пожаротушения;
- разогрев битума производится в битумоварочном кotle;
- строительно-монтажные работы выполняются экологически чистыми способами и методами;
- во время производства работ на стройплощадке предусматривается ряд мероприятий по ограничению уровня шума и запыленности;
- время производства работ с 9 до 21 часа;
- по окончании строительства восстанавливаются нарушенные дорожно-тротуарные покрытия, выполняется вертикальная планировка проектируемой

территории, обеспечивающая поверхностный водоотвод, проводятся работы по озеленению и благоустройству.

Экономика строительства

6.1 Составление локального сметного расчета на возведение металлического каркаса

Для составления сметной документации применены территориальные единичные расценки на строительные и монтажные работы строительства объектов промышленно – гражданского назначения, составление в нормах и базисных ценах 2001г. (редакция 2010).

При составление локальной сметы на общестроительные работы был использован базисно – индексный метод, сущность которого заключается в следующем: сметная стоимость определяется в базисных ценах на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства, а затем переводится в текущий уровень цен путем использования текущих индексов.

Сметная стоимость пересчитана в текущий уровень цен на 1 кв. 2019 г. с использованием индексов пересчета сметной стоимости, устанавливаемых Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства (Исх. № 1408-ЛС/09 от 22.01.2019 г. Индекс к СМР (прочие объекты 8.06)

Локальный сметный расчет представлен в приложении В.

На основании полученных данных составим структуру локального сметного расчета.

Таблица 6.1 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

Элементы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Прямые затраты, всего	37 956 870,00	78,66
в том числе:		
Материалы	34 956 746,00	72,45
Машины и оборудование	622 150,82	1,29
Основная з/п	744 639,00	1,54
Накладные расходы	789 318,00	1,64
Сметная прибыль	484 015,00	1,00
Лимитированные затраты	2 613 384,44	5,42
НДС	6 426 545,86	16,67
Итого	48 252 311,00	100,00

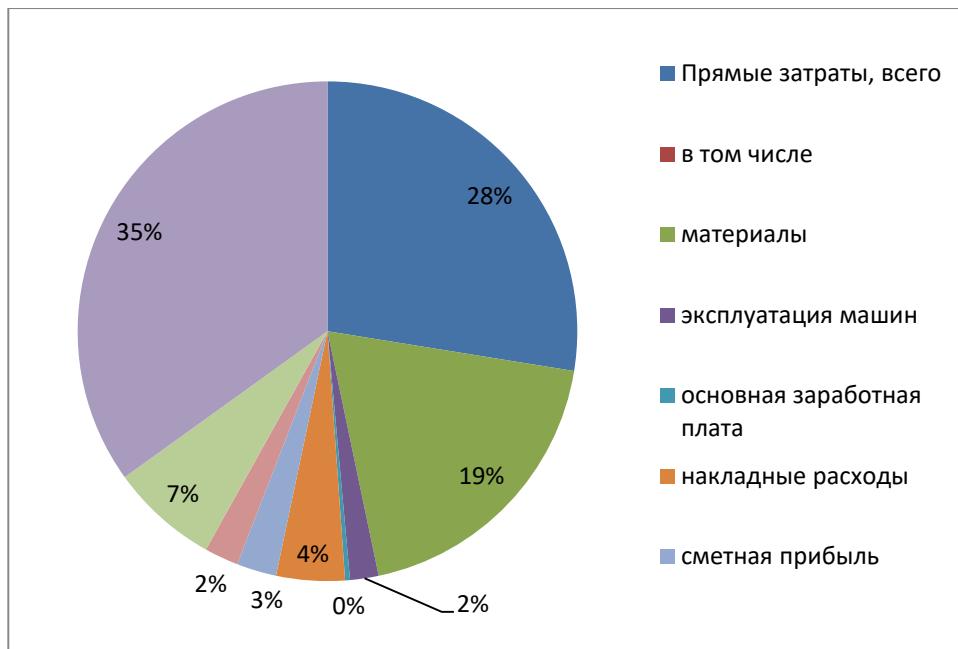


Рисунок 6.1 - Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам, %

6.2 Технико-экономические показатели проекта

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и свидетельствуют о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах. В таблице 6.2 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 6.3 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей, единицы измерения	Значение
1	2
1. Объемно-планировочные показатели	
Площадь застройки, м ²	5921,3
Материал стен	Сендвич-панели
Этажность	1
Высота этажа, м	4/6
Строительный объем, всего, м ³	54918,11
в том числе надземной части	54918,11
Полезная площадь, м ²	5788,12
Общая площадь, м ²	5804,44
Планировочный коэффициент	0,98
Объемный коэффициент	9,46
2. Стоимостные показатели	
Общая сметная стоимость строительства, всего	353 533 276,646
В том числе стоимость СМР, руб	278 811 732,370
Сметная стоимость 1 м ² площади (общей)	27 708,54
Сметная стоимость 1 м ² площади (полезной)	37 015,70
Сметная стоимость 1 м ³ строительного объема	5608,19

Окончание таблицы 6.3

1	2
Сметная себестоимость общестроительных работ на 1 м ² площади, руб.	21329,24
1. Показатели трудовых затрат	
Трудоемкость производства общестроительных работ, чел-ч.	979 339
Трудоемкость производства общестроительных работ на 1м ² площади (общей), чел-ч.	102,54
Нормативная выработка на 1 чел.-ч, руб/чел.ч	484,69
2. Прочие показатели проекта	
Продолжительность строительства, мес.	14

Планировочный коэффициент определяем отношением полезной площади к общей по формуле

$$K_{pl} = \frac{S_{pol}}{S_{obsh}} = \frac{5788,12}{5804,44} = 0,98 \quad (6.1)$$

где S_{pol} – полезная площадь, м²;
 S_{obsh} – общая площадь, м².

Объемный коэффициент определяем отношением объема здания к полезной площади по формуле

$$K_{ob} = \frac{V_{cpr}}{S_{pol}} = \frac{54918,11}{5804,44} = 9,46 \quad (6.2)$$

где V_{cpr} – строительный объем, м³;
 S_{pol} – полезная площадь, м².

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе был разработан проект на строительство одноэтажного промышленного здания Цеха по ремонту и обслуживанию строительных машин в г. Абакан.

Предмет исследования, его цели и задачи определили логику и структуру проекта. В результате выполнения проекта были достигнуты следующие результаты:

- Выполнен архитектурно-строительный раздел, который включает в себя решения вопросов планировки, отделки и организации внутреннего рабочего пространства здания, произведен теплотехнический расчет стен, окон, кровли;
- Выполнен расчетно-конструктивный раздел, в котором произведены расчеты несущих элементов здания. Рассчитаны стальная стропильная ферма прогон покрытия.
- Произведено вариантное проектирование фундамента. По результатам которого был выбран столбчатый фундамент мелкого заложения, как наиболее подходящий.
- Разработана технологическая карта на устройство стального каркаса, в результате которой подобраны основные средства механизации, порядок и правила безопасной организации работ.
- Разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания.
- Составлен локальный сметный расчет на отдельный вид общестроительных работ, сводный сметный расчет стоимости строительства, проведен их структурный анализ, рассчитаны основные технико-экономические показатели проекта.

Графическая часть отражает основные решения, принятые в проекте.

В рамках проекта была изучена нормативно-техническая и правовая литература по данной теме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию: постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. №87 // Градостроительный кодекс. – 2008. – №87. – Ст. 48.
- 2 СП 56.13330.2011 Производственные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион РФ, 2012. – 79 с.
- 3 СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1998. – Москва: Минстрой РФ, 1998. – 25 с.
- 4 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Введ. 04.06.2017. – Москва : Минрегион РФ, 2011. – 105 с.
- 5 ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Введ. 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 14 с.
- 6 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
- 7 СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – Введ. 17.06.2017. – Москва: Минрегион России, 2016. – 220 с.
- 8 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81. – Введ. 25.08.2017. – Москва : Минстрой России, 2017. – 145 с.
- 9 СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Общие положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – Введ. 01.01.2013. – Москва : Минрегион России, 2011. – 161 с.
- 10 СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – Введ. 01.03.2004. – Москва : ГУУП «НИИЖБ», 2004. – 55 с.
- 11 СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. – Введ. 28.08.2017. – Москва : Минстрой России, 2017. – 115 с.
- 12 СП 17.13330.2017 Кровли. – Введ. 01.12.2017. – Москва : Минстрой России, 2017. – 48 с.
- 13 Проектирование фундаментов неглубокого заложения: методические указания к курсовому проекту для студентов специальностей 270102,270105, 270114, 270115/ сост. Ю.Н. Казаков, Г.Ф. Шишканов. – Красноярск: СФУ 2008. – 60 с.
- 14 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Введ. 1.01.2013. – Москва: Минрегион России,2012 – 170 с.
- 15 СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство / Введ. 1.01.2003. Минрегион России,2003 – 9 с.

16 СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион России, 2010 – 17с.

17 МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты / Госстрой. – М.: ЦНИИОМТП, 2006. – 7 с.

18 Выбор монтажных кранов при возведении промышленных и гражданских зданий: метод. указания к самостоятельной работе для студентов специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство» / сост. К. Г. Абрамович. – Красноярск: КрасГАСА, 1989. – 34 с.

19 СНиП 1.04.03-85* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть 1. / Введ. 1.06.1990 г. – М.: Госстрой. – 1990 г. – 280 с.

20 Разработка строительных генеральных планов: метод. указания к практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию / сост. Л.Н. Панасенко, О.В. Слакова – Красноярск: СФУ ИАС, 2007. – 77 с.

21 Проект организации строительства: методические указания к курсовому проекту / сост.: О. В. Слакова, И. И. Терехова, Л. Н. Панасенко. - Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 44 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет наружных стен помещений цеха

Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций здания выполнены в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Исходные данные: г. Абакан, тип помещения – производственное, условия эксплуатации – А, $\phi \leq 60\%$, $t_b = 18^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{от}} = -8^{\circ}\text{C}$, $z_{\text{от}} = 223$ суток, $t_h = -37^{\circ}\text{C}$.

Теплотехнический расчет стены цеха

Состав и характеристики материалов ограждающей конструкции стены приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Состав и характеристики материалов ограждающей конструкции стены

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Плотность слоя ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	2	3	4	5
1	Стеновые сэндвич-панели Teplant	X	145	0,036

Схема стеновой сэндвич-панели Teplant изображена на рисунке Б.1.

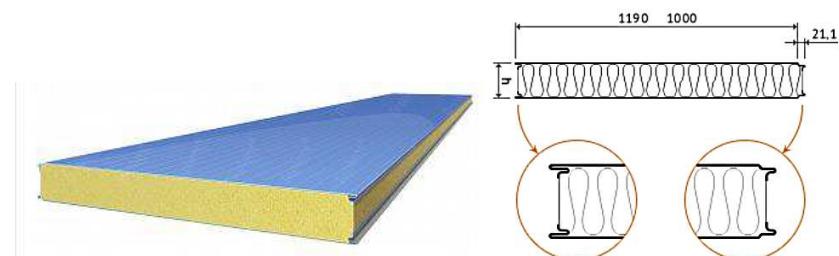


Рисунок А.1 – Схема стеновой сэндвич-панели Teplant

Вычисляем градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °C·сут по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (\text{A.1})$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, °C;
 $t_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха, °C;
 $z_{\text{от}}$ – продолжительность, сут, отопительного периода.
Принимаем: $t_b = 18^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{от}} = -8^{\circ}\text{C}$; $z_{\text{от}} = 223$ суток.
Подставляем в формулу (А.1), получаем

$$\text{ГСОП} = (18 - (-8)) \cdot 223 = 5798^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

Вычисленная величина ГСОП отличается от табличных значений, поэтому, согласно определим нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_o^{tp} , ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт по формуле

$$R_o^{\text{tp}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (\text{A.2})$$

где a – коэффициент для производственных зданий [8, таблица 3];

b – коэффициент для производственных зданий [8, таблица 3];

ГСОП – то же, что и в формуле (А.1).

Принимаем: $a = 0,0002$; $b = 1,0$; ГСОП = $5798 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$.

Подставляем в формулу (А.2), получаем

$$R_o^{\text{tp}} = 0,0002 \cdot 5798 + 1 = 2,160 \text{ } (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

Нормируемое сопротивление теплопередачи определяем по формуле

$$R_0^{\text{норм}} = R_o^{\text{tp}} \cdot m_p$$

где R_o^{tp} – требуемое сопротивление теплопередаче, ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт; m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

$$R_0^{\text{норм}} = 2,160 \cdot 1 = 2,160 \text{ } (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт};$$

Сопротивление теплопередаче однородной ограждающей конструкции R_o , ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт вычисляем по формуле

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H},$$

где α_B – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

α_H – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$);

R_K – сопротивление теплопередаче конструкции стены, ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт

$$R_K = \delta / \lambda;$$

где δ – толщина конструкции стенового ограждения

λ – теплопроводность конструкции стенового ограждения ;

Определяем толщину конструкции стенового ограждения

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H};$$

Принимаем $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C}$; $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{°C}$; $\lambda = 0,034 \text{ Вт}/\text{м °C}$.

$$\delta = (R_0 - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_H} \right)) \cdot \lambda = (2,16 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right)) \cdot 0,036 = 0,072$$

Принимаем толщину стенового ограждения $\delta = 100 \text{ мм}$.

Определяем сопротивление теплопередаче при толщине конструкции стенового ограждения $\delta = 100 \text{ мм}$.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,034} + \frac{1}{23} = 2,936$$

Сравниваем расчетное и нормируемое сопротивление теплопередаче

$$R_0 = 2,936 > R_0^{\text{норм}} = 2,160$$

Вывод: принимаем толщину стенной сэндвич-панели Teplant 0,1 м.

Теплотехнический расчет покрытия помещений цеха

Состав и характеристики материалов ограждающей конструкции покрытия приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Состав и характеристики материалов ограждающей конструкции покрытия

№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя δ , м	Плотность слоя ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	2	3	4	5
1	Кровельная сэндвич-панель «Teplant»	X	120	0,4

Принимаем: $a = 0,00025$; $b = 1,5$; ГСОП = 5798 °C·сут.

Подставляем в формулу (А.2), получаем

$$R_o^{\text{tp}} = 0,00025 \cdot 5798 + 1,5 = 2,949 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

Нормируемое сопротивление теплопередачи определяем по формуле

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{tp}} \cdot m_p$$

где R_0^{tp} – требуемое сопротивление теплопередаче, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$; m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

$$R_0^{\text{норм}} = 2,949 \cdot 1 = 2,949 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

Сопротивление теплопередаче однородной ограждающей конструкции R_o , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт вычисляем по формуле

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + R_k + \frac{1}{\alpha_H},$$

где α_B – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

α_H – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

R_k – сопротивление теплопередаче конструкции кровли, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт

$$R_k = \frac{\delta_1}{\lambda_1};$$

где δ_1 – толщина слоя конструкции кровли
 λ_1 – теплопроводность слоя;

Определяем толщину конструкции кровли

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_H};$$

Принимаем $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

$$\delta_1 = (R_o - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_H} \right)) \cdot \lambda_1 = (2,949 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right)) \cdot 0,04 = 0,117 \text{ м};$$

Принимаем слой конструкции кровли $\delta_3 = 120 \text{ мм}$.

Определяем сопротивление теплопередаче принятой конструкции

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,120}{0,04} + \frac{1}{23} = 3,027$$

Сравниваем расчетное и нормируемое сопротивление теплопередаче

$$R_o = 3,027 > R_0^{\text{норм}} = 2,949$$

Вывод: принимаю кровельную сэндвич-панель толщиной 0,12 м.

В стеновых и кровельных сэндвич-панелях Teplant-Universal (Универсал) применяются:

- утеплитель - плиты на основе гидрофобизированного базальтового волокна с вертикальной ориентацией волокон (ТУ 5762-007-01395087-2011, изменение 1);
- профилированные листы из тонколистовой оцинкованной стали с защитным полимерным покрытием (ГОСТ Р52146-2003).

A.3 Теплотехнический расчет окна помещений цеха

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче окна
Принимаем: $a = 0,000025$; $b = 0,2$; ГСОП = $5798 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$.

$$R_o^{tp} = 0,000025 \cdot 5798 + 0,2 = 0,345 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт}$$

По ГОСТ 30674-99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия» принимаем оконный блок из ПВХ профилей с однокамерным стеклопакетом ($4M_1 - 16Ar - 4M_1$) с приведенным сопротивлением теплопередаче $R_0 = 0,37 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт}$;

Вывод: принимаем оконный блок с однокамерным стеклопакетом ($4M_1 - 16Ar - 4M_1$).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Локальный сметный расчет на каркас

СОГЛАСОВАНО

"___" ___. Г.

"___" ___. Г.

Наименование (объекта) стройки:

**ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № _____ от _____.2019
(ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА)**

Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г.Абакан

Основание: Проектная документация

Сметная стоимость: 48 252 511 руб.

-- строительных работ: 37 356 870,5 руб.

Средства на оплату труда:744 639 руб.

-- оплата труда основных рабочих: 595711,2руб.

-- оплата труда машинистов: 41 605 руб.

Трудозатраты: 4 540,70чел.-ч

Составлен(а) в текущих прогнозных ценах по состоянию на I квартал 2019 года

№ пп	Обосно-вание	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб					Общая стоимость, руб					Затраты труда рабочих, чел-ч, не занятых обслуживанием машин			
					Всего	В том числе			Всего	В том числе			Всего					
						Осн. з/п	Эк. маш.	з/п мех.		Осн. з/п	Эк. маш.	з/п мех.	На единицу					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		

Раздел 1 "Каркас"

1	ФЕР 09-01-005-04	Монтаж металлических колонн	т	104,54	564,94	195,30	261,82	28,75	107,82	59 058,83	20 416,66	27 370,66	3 005,53	11 271,50	18,87	1 972,67
	ФССЦ 07.2.07.13-0051	Конструкции колонн, распорок и рамок металлические	т	92,31	19 574,91				19 574,91	1 806 959,94				1 806 959,94		
	ФССЦ 07.2.07.13-0042	Конструкции связей и анкерных планок металлические	т	12,23	15 167,18				15 167,18	185 494,61				185 494,61		
2	ФЕР 09-03-012-02	Монтаж стропильных ферм	т	70,56	624,32	155,36	381,55	43,88	87,41	44 052,02	10 962,20	26 922,17	3 096,17	6 167,65	17,31	1 221,39
	ФССЦ 07.2.07.13-0101	Конструкции стропильных ферм металлические	т	70,56	15 828,38				15 828,38	1 116 850,49				1 116 850,49		
3	ФЕР 09-03-013-0001	Монтаж вертикальных связей	т	24,00	962,57	490,40	307,75	35,47	164,42	23 101,68	11 769,60	7 386,00	34 142,36	3 946,08	56,11	1 346,64
	ФССЦ 07.2.07.13-0051	Конструкции связей, распорок и рамок металлические	т	24,00	19 574,91				19 574,91	469 797,84				469 797,84		
4	ФЕР 09-03-015-0001	Монтаж прогонов	т	55,30	503,98	138,00	280,49	24,65	85,49	27 870,09	7 631,40	15 511,10	1 363,15	4 727,60	15,79	
	ФССЦ 07.2.07.13-0046	Конструкции прогонов металлические	т	55,30	13 234,17				13 234,17	731 849,60				731 849,60		

Итого по разделу 1 "Каркас" в базисных ценах:

ФОТ:	92 387,06															
Материалы	4 337 065,32															
Машины и механизмы:	77 189,93															
Сметная прибыль (65%):	60 051,59															
Накладные расходы (112%):	97 930,29															
Итого по разделу 1	4 664 624,19															

Итого по разделу 1 "Каркас" с учетом индекса (8,06):

ФОТ:	744 639,74															
Материалы	34 956 746,5															
Машины и механизмы:	622 150,82															
Сметная прибыль (65%):	484 015,83															
Накладные расходы (106%):	789 318,12															
Итого по разделу 1	37 596 871,0															

Итого по смете с учетом индекса (8,06):

ФОТ:	744 639,74															
Материалы	34 956 746,45															
Машины и механизмы:	622 150,82															
Сметная прибыль:	484 015,83															
Накладные расходы:	789 318,12															
Итого по смете:	37 596 870,96															
Затраты на временные здания и сооружения (1,8%):	676 743,68															
Итого по смете с затратами на временные здания и сооружения:	38 273 614,64															
Затраты на зимнее удорожание (3%):	1 148 208,44															
Итого по смете с затратами на зимнее удорожание:	39 421 823,08															
Затраты на непредвиденные расходы (2%):	788 436,46															
Итого по смете с затратами на непредвиденные расходы:	40 210 259,54															
НДС (20%):	8 042 051,91															
Итого по смете с НДС:	48 252 311,45															
Затраты труда по смете	4 540,70															

Заказчик:

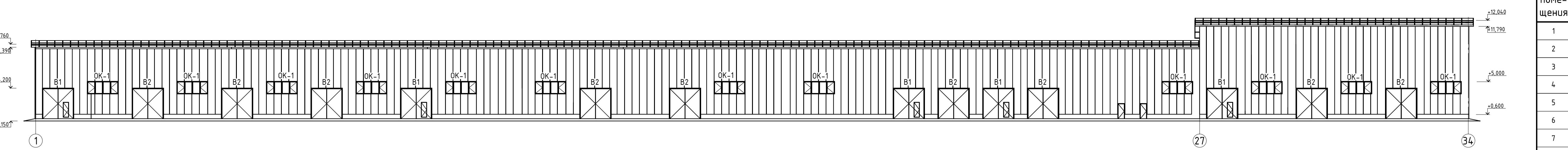
подпись

Подрядчик:

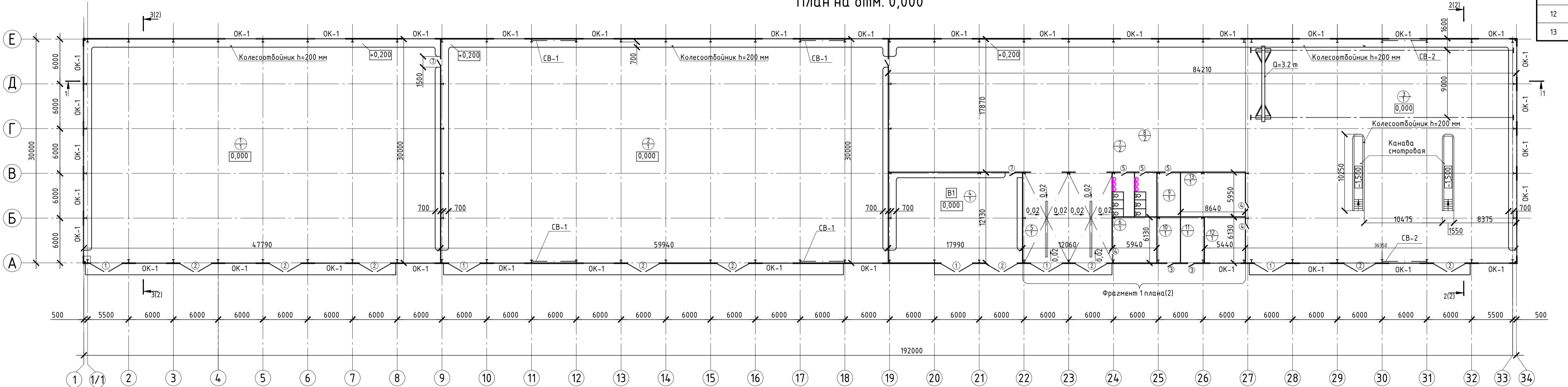
подпись

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Код помещения
1	Стоянка законсервированной строительной техники	1433,7	B1
2	Стоянка эксплуатируемой строительной техники	1798,2	B1
3	Зона ремонта и обслуживания строительной техники	1959,98	B1
4	Слоянка легковых автомобилей	218,22	
5	Мойка строительной техники	146,29	
6	Помещение очистных сооружений	36,41	
7	Мужской санузел	17,58	
8	Женский санузел	17,58	
9	Подсобное помещение	18,45	
10	Электрощитовая	19	
11	Чзел ввода инженерных коммуникаций	19,25	
12	Склад для хранения инструментов и запчастей	33,35	
13	Склад для хранения колес	70,21	

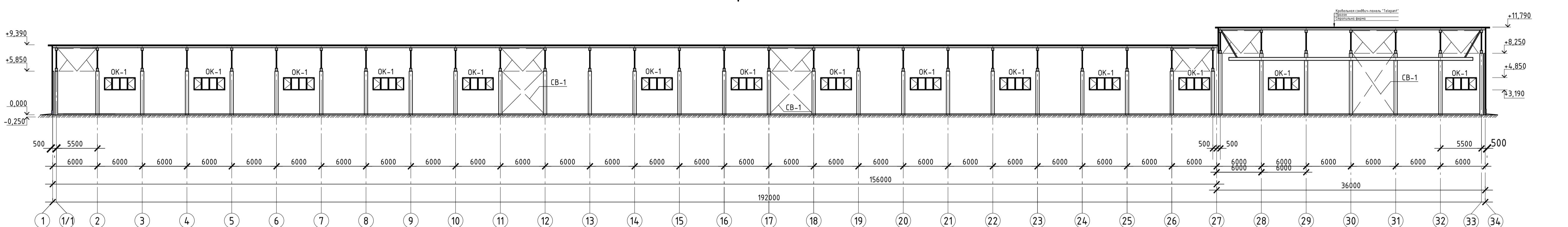
Фасад 1 - 34



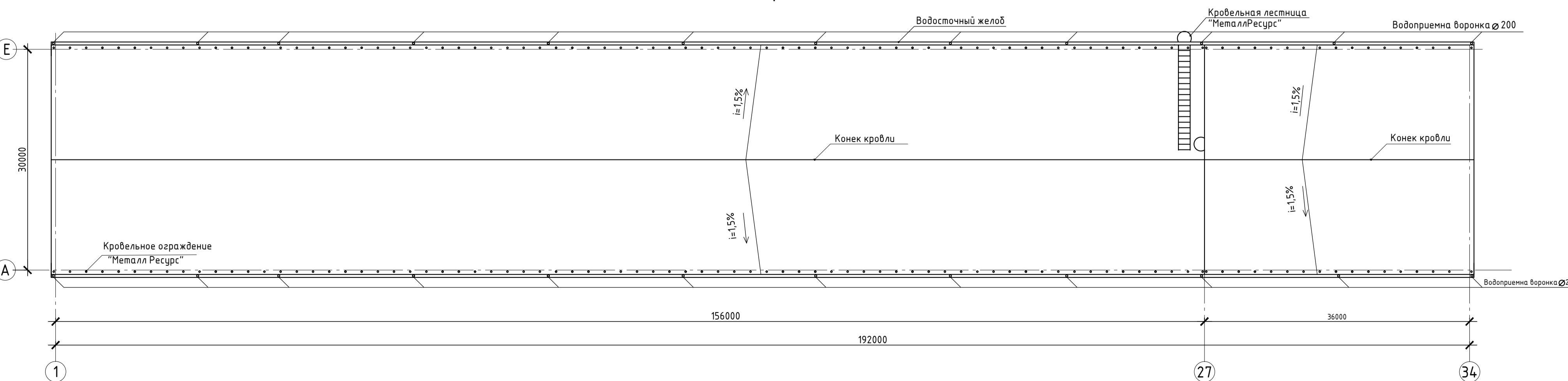
План на отм. 0,000



Разрез 1-1



План кровли



Изм.	Кол. чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработчик	Чкалов И.В.				
Консультант	Казакова Е.В.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н. Контроль	Петухова И.Я.				
Зав. Кафедрой	Деордьев С.В.				

БР-08.03.01.01-АР

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

Цех по ремонту и обслуживанию
строительной техники в г. Абакане

Стадия

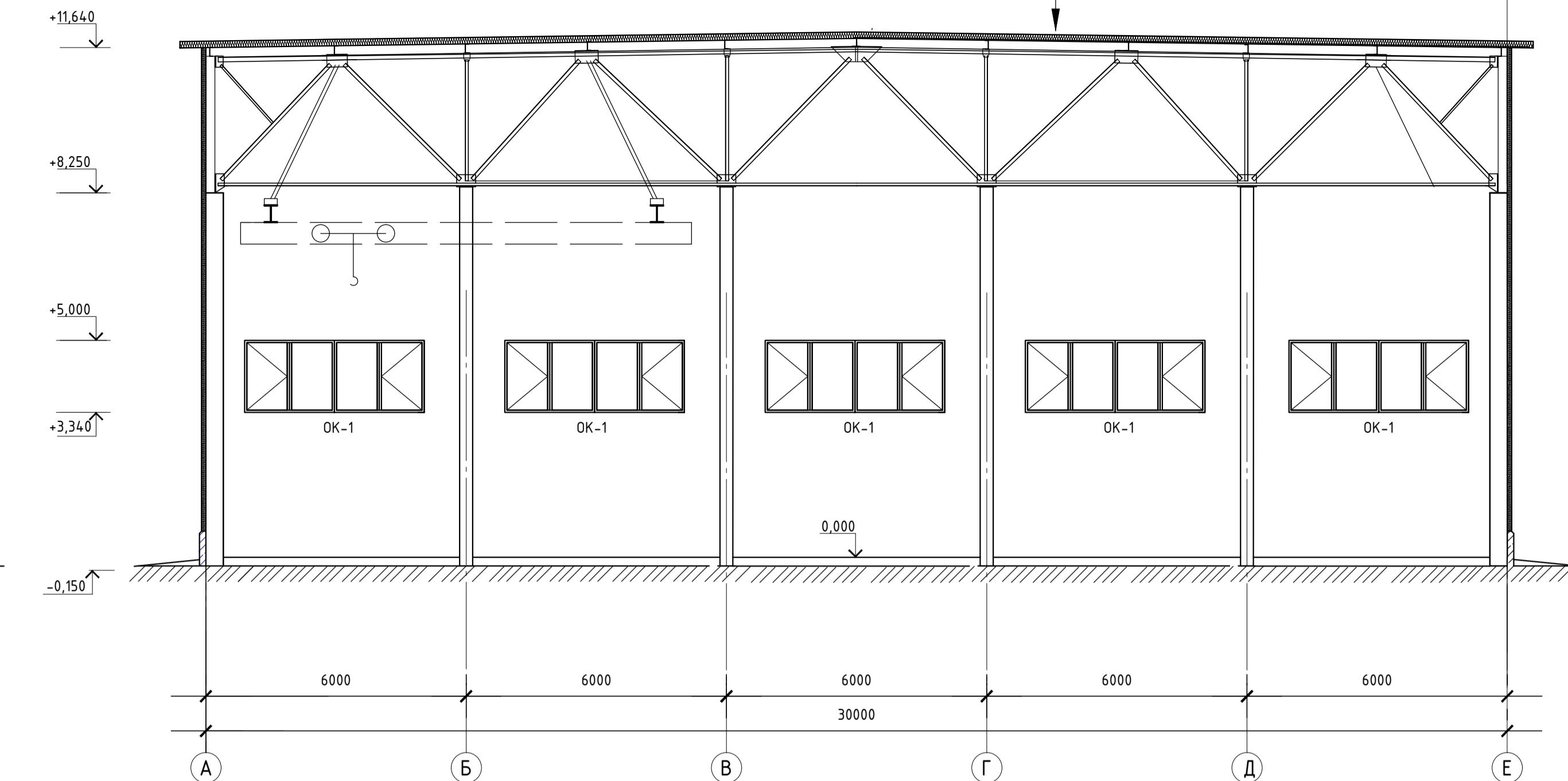
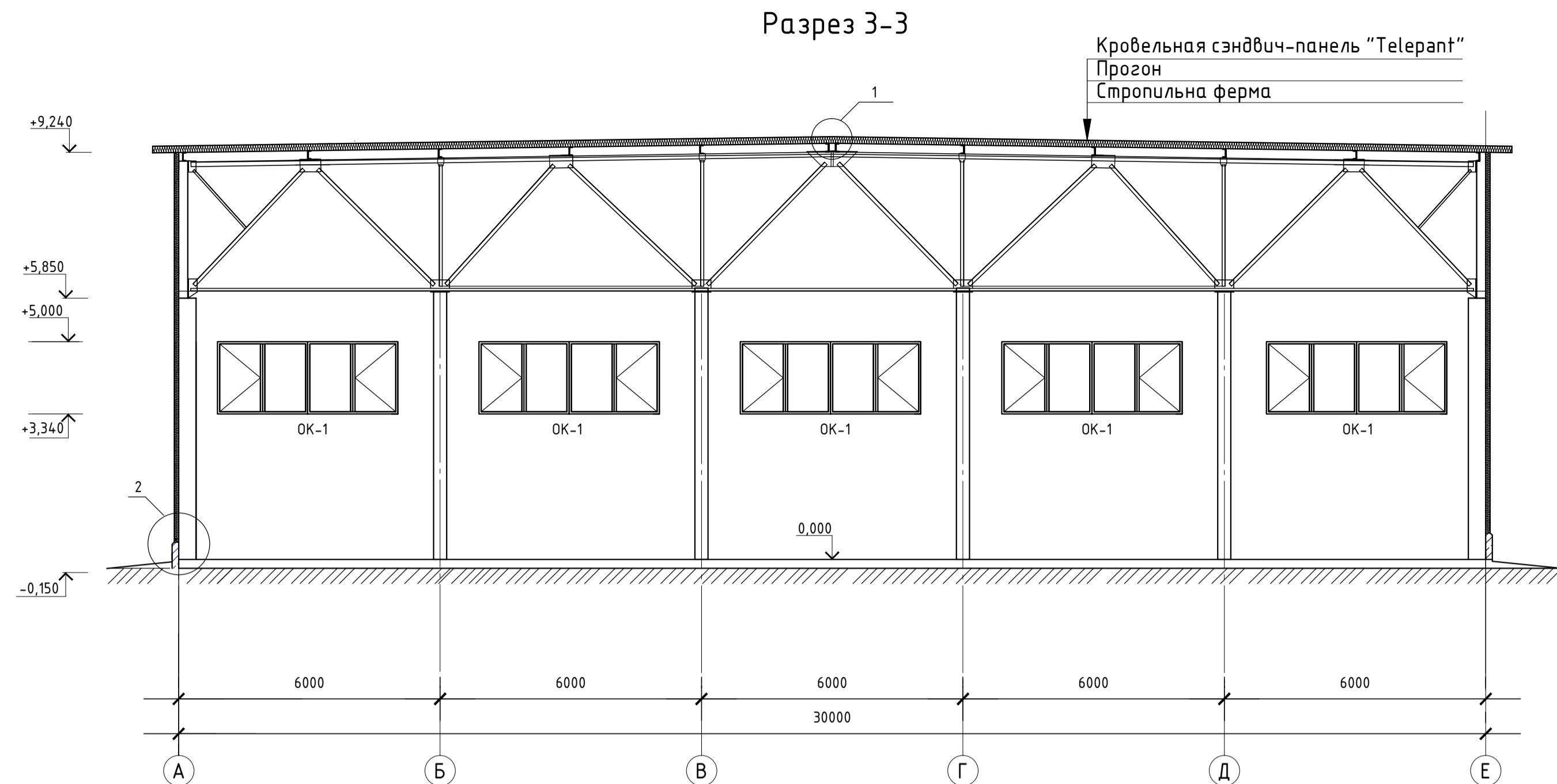
Лист

Листов

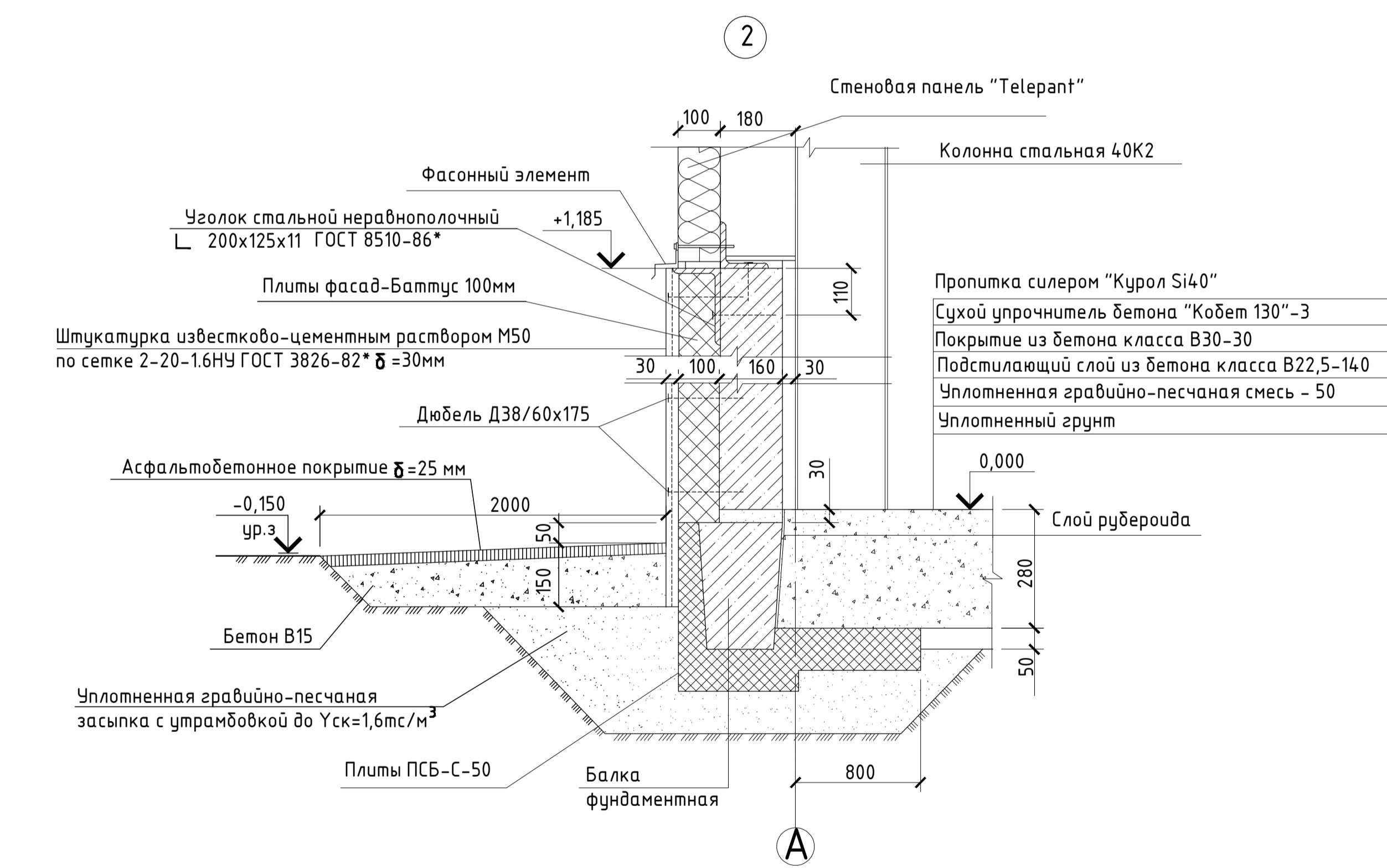
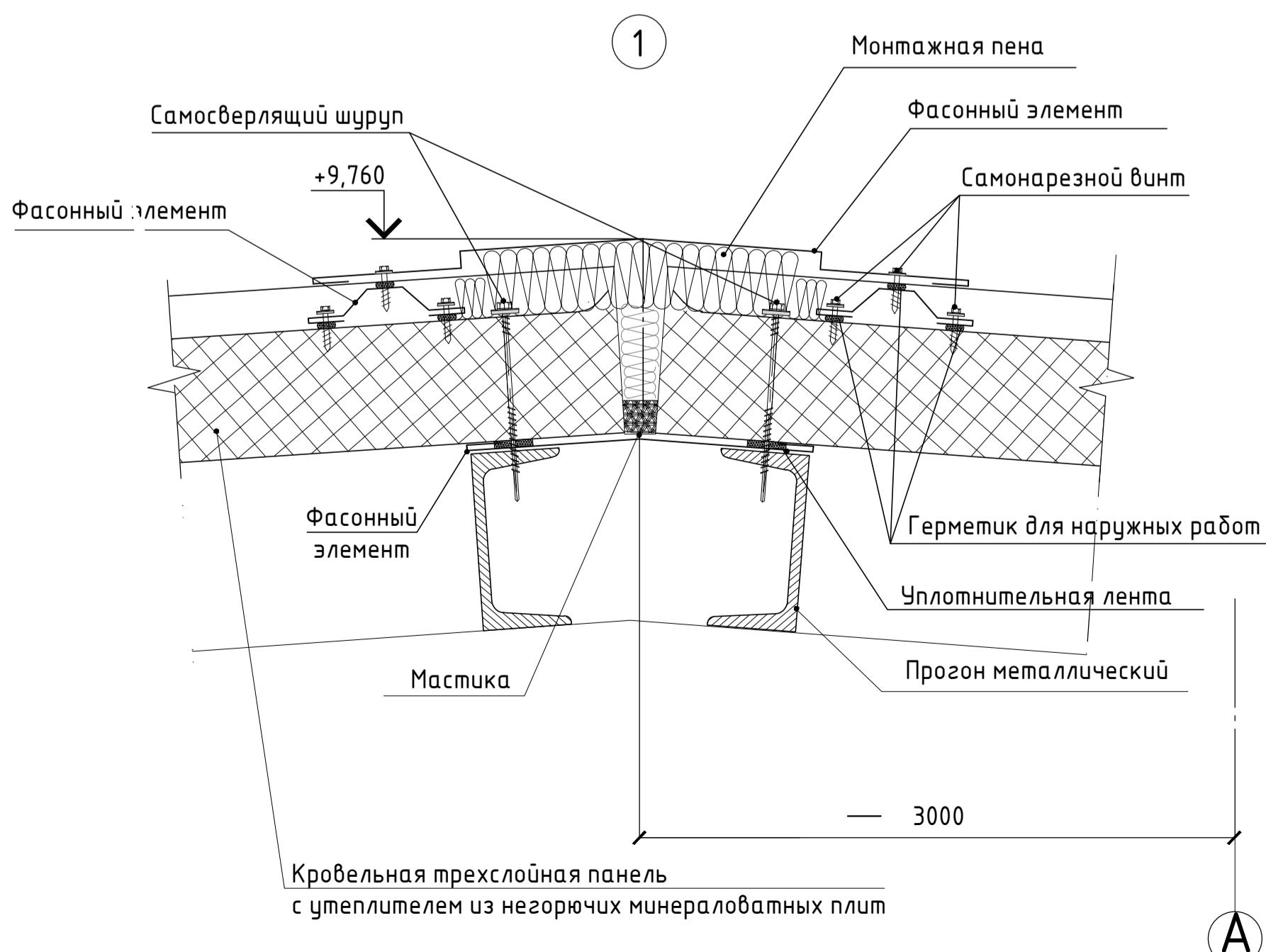
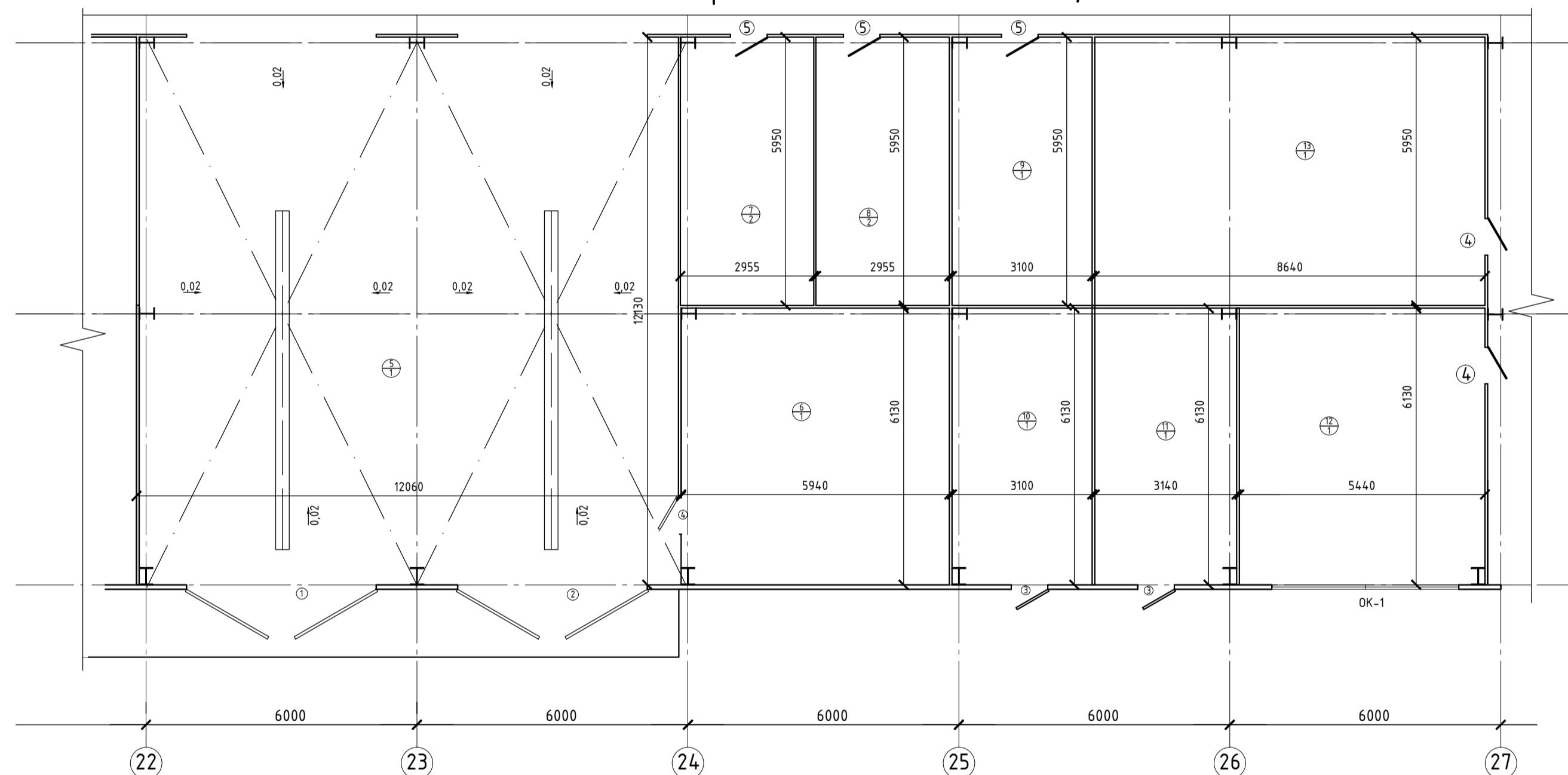
План на отметке 0.000, план кровли, Фасад 1-34, экспликация помещений

СКиУС

Разрез 3-3



Фрагмент 1 плана на отм. 0,000



Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола	Площадь м
1;2;3;4;9;10; 11;12;13.	1		1. Пропитка силикером "Курол Si40"; 2. Сухой упрочнитель бетона "Кобет 130"; 3. Покрытие из бетона класса В30-30 мм; 4. Подстилающий слой из бетона В22,5-120 мм; 5. Чупотненная гравийно-песчаная смесь - 50мм.	5570,26
5;6;7;8.	2		1. Плитка керамогранитная с нескользящей поверхностью - 11 мм; 2. Плиточный клей; 3. Стяжка выравнивающая из цементно-песчаного раствора М150 - 15 мм; 4. Подстилающий слой из бетона класса В7,5 - 80 мм; 5. Чупотненная гравийно-песчаная смесь - 50мм.	217,86

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработчик	Чекуев ИВ				
Консультант	Казакова ЕВ.				
Руководитель	Петухова ИЯ				
Н. Контроль	Петухова ИЯ				
Зав. Кафедрой	Деордьев СВ.				

БР-08.03.01.01-АР
Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт
Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники б. г. Абакане
Стадия Листм Листов
Разрезы 2-2, 3-3, узлы 1, 2, фрагмент плана 1 на отм. 0,000, экспликация полов
СКиУС

Ведомость элементов

Марка эл-та	Сечение		Опорные усилия			Сталь	Примечание
	Эскиз	Поз	Состав	M _{kNm}	N _{kNm}	Q _{kNm}	
ФС1			Сложное сечение				2 C245
ФС2			Сложное сечение				2 C245
K1	I		I 40K2				3 C245
K1	I		I 40K2				3 C245
ТФ1	I		I 35Ш1				4 C245
ТФ2	I		I 35Ш1				4 C245
СФ1	I		I 30Ш1				4 C245
СФ2	□		GФ160x5				4 C245
CK1	□		2 L 100x7				3 C245
CK2	□		2 L 110x8				3 C245
CB1	1	2 L 75x6					3 C245
	2	2 L 63x6					3 C245
	3	2 L 90x6					3 C245
	4	L 63x6					3 C245
СГ1	+		2 L 100x7				C245
СГ2	+		2 L 100x7				C245
MP1	I		I 45M				C245
PC1	+		2 L 100x7				C245
П	□		C 24П				C245

Схема расположения колонн, стоек фахверка на отметке 0,000 в осях 1-34, А-Е

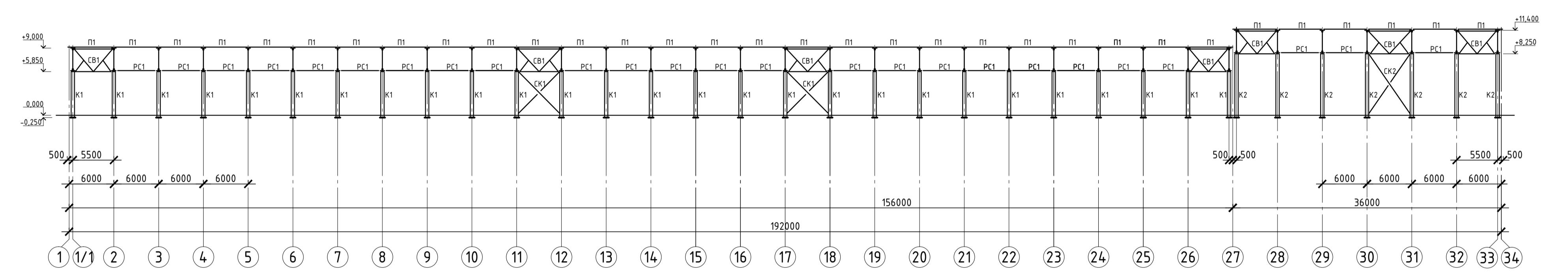
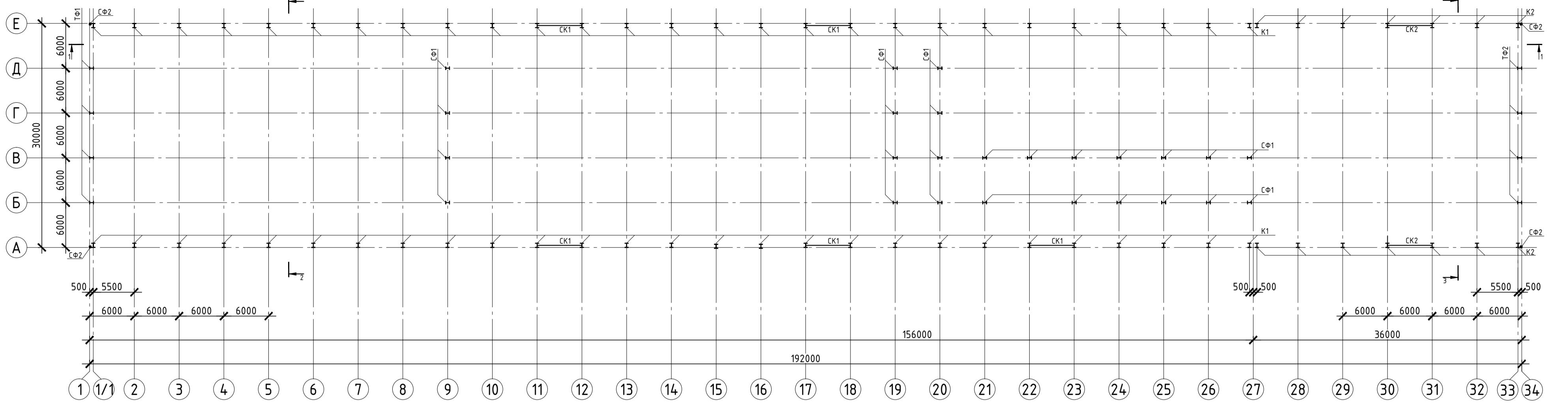


Схема расположения стропильных ферм, связей по нижним поясам ферм, путей подвесного транспорта в осях 1-33, А-Е

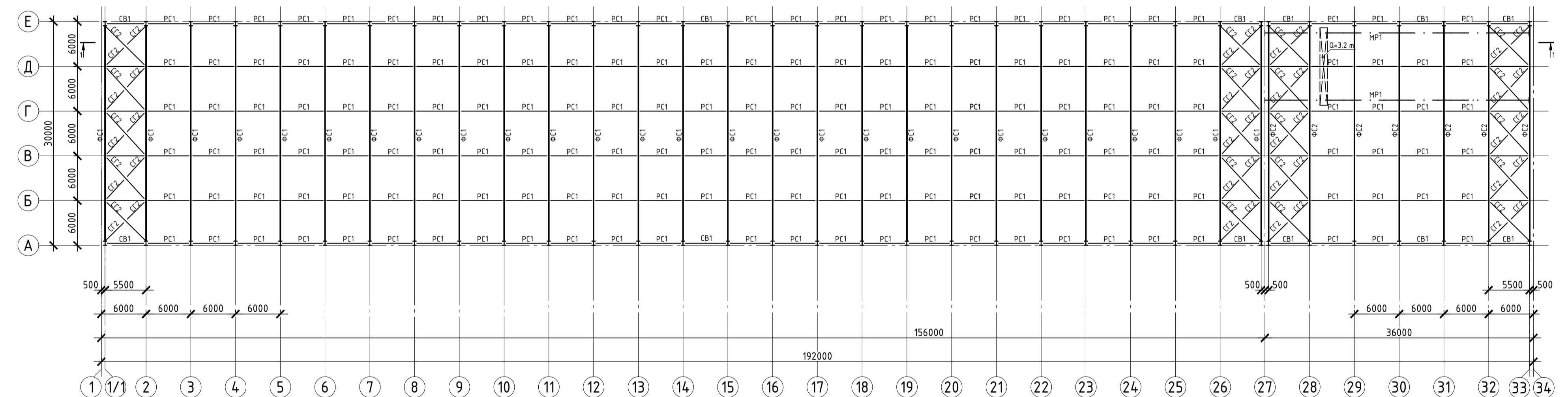
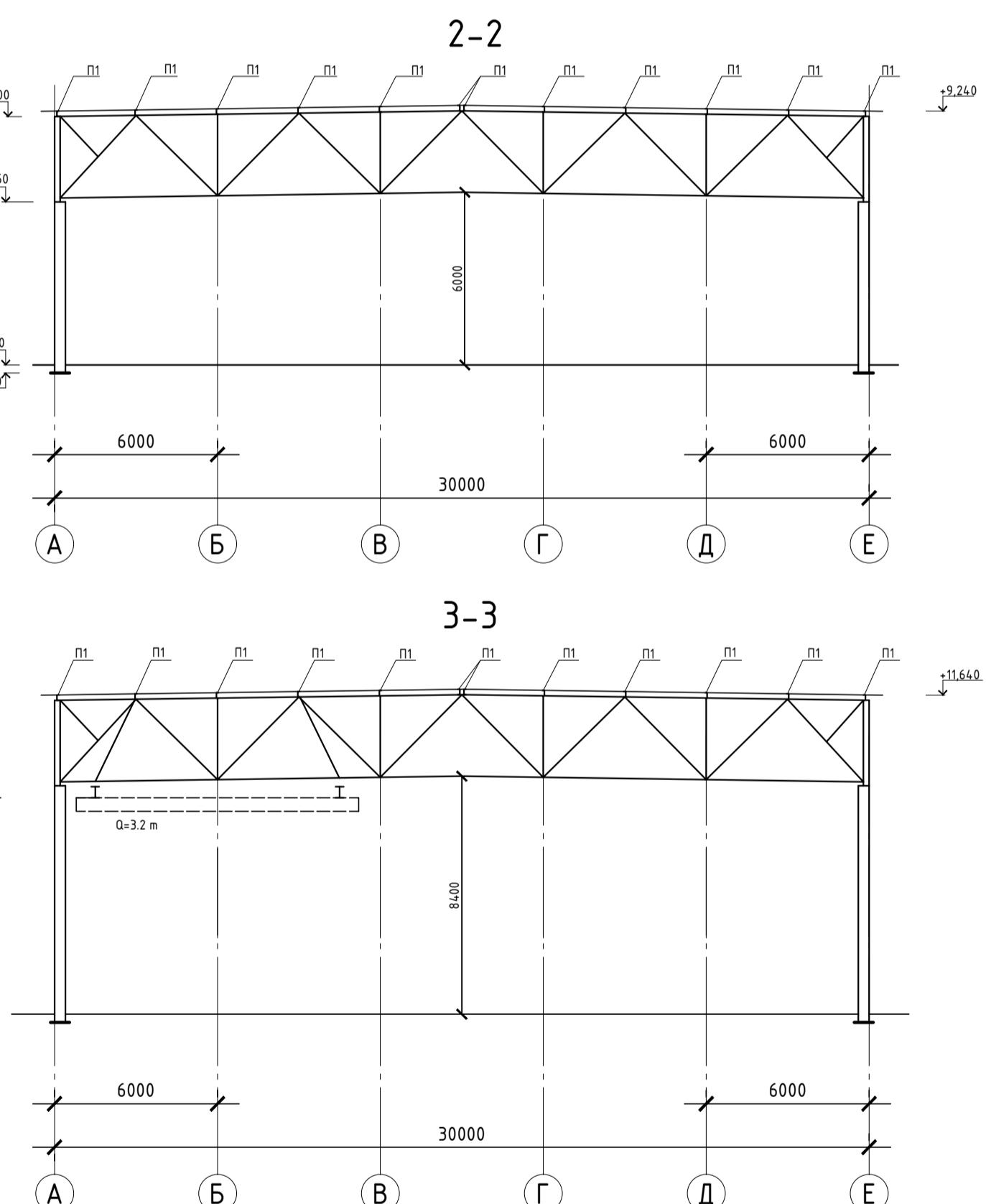
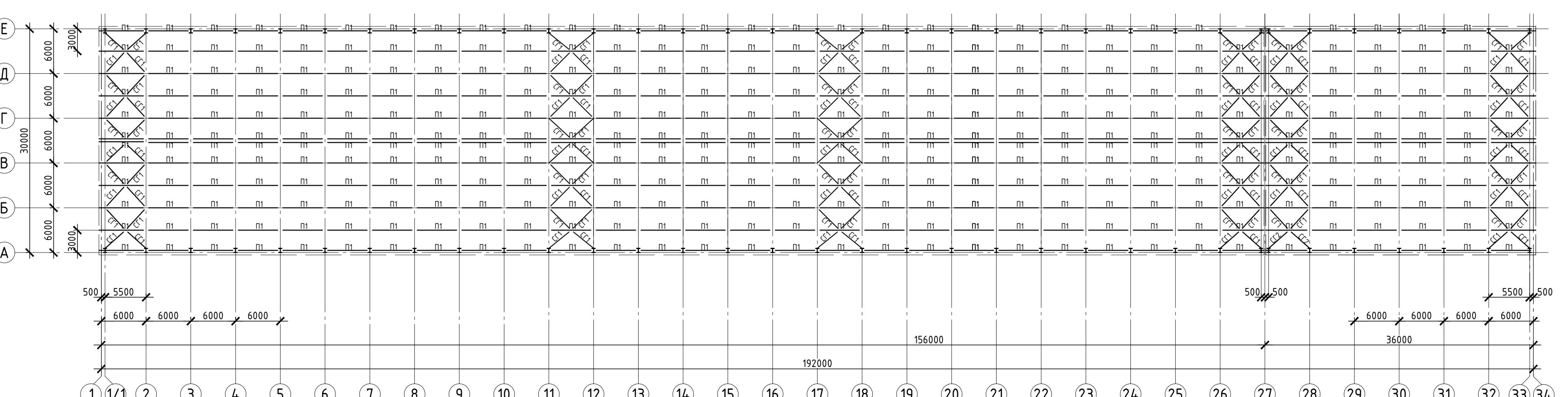


Схема расположения прогонов и связей по верхним поясам ферм в осях 1-34, А-Е

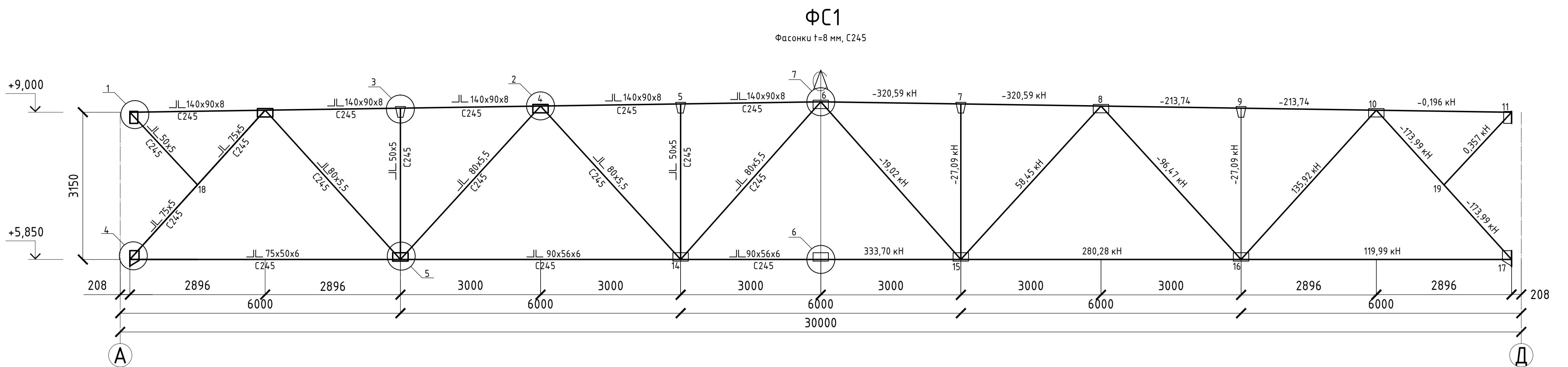


- Лист 3 читать совместно с листом 4.
- За условную отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа.
- Монтаж конструкций производить на болтах М20 (класс точности В).

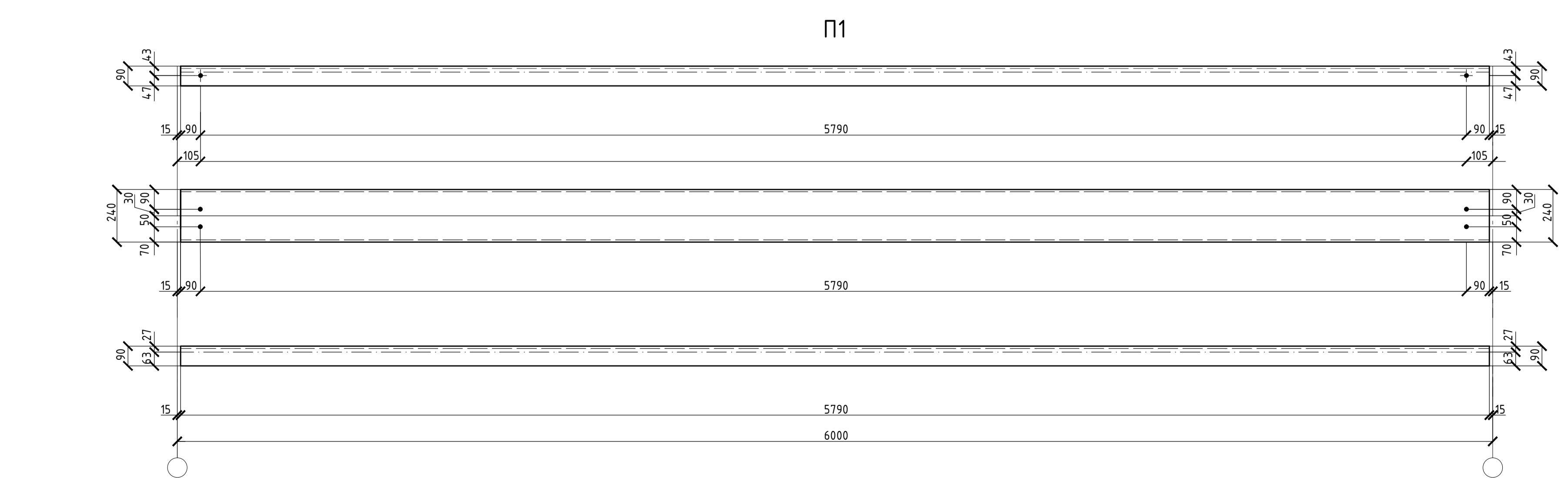
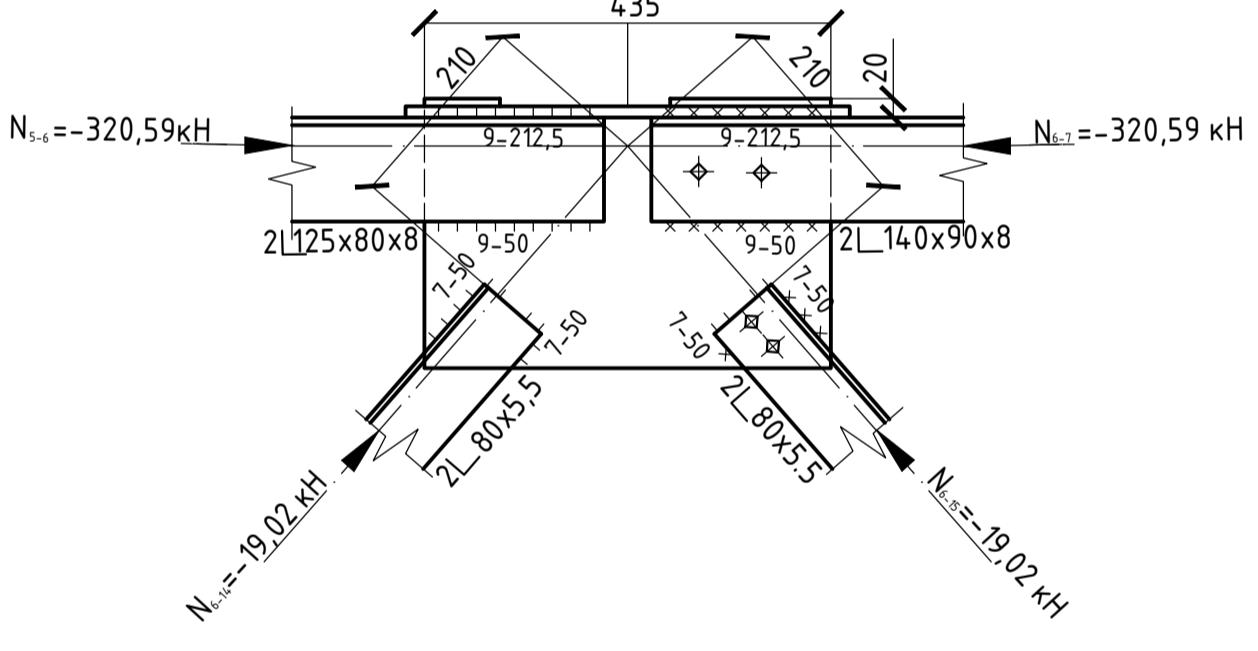
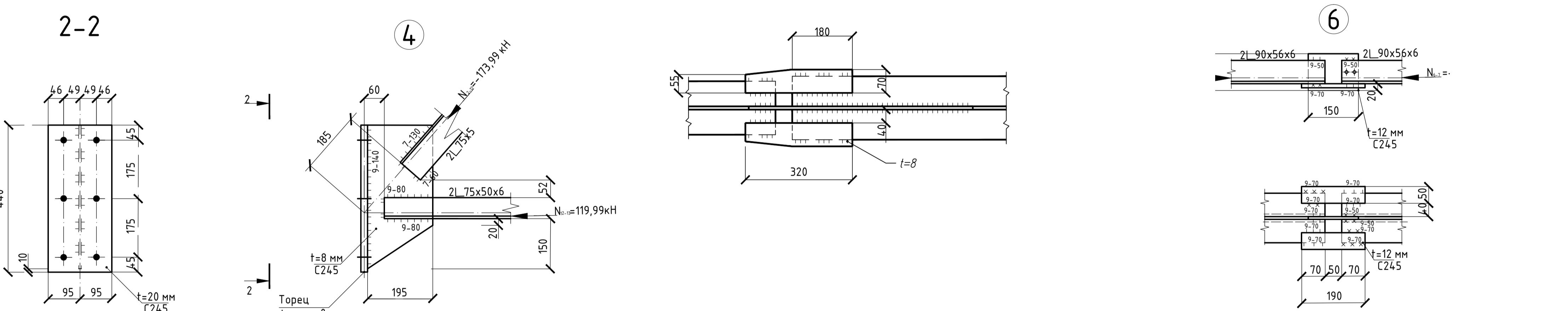
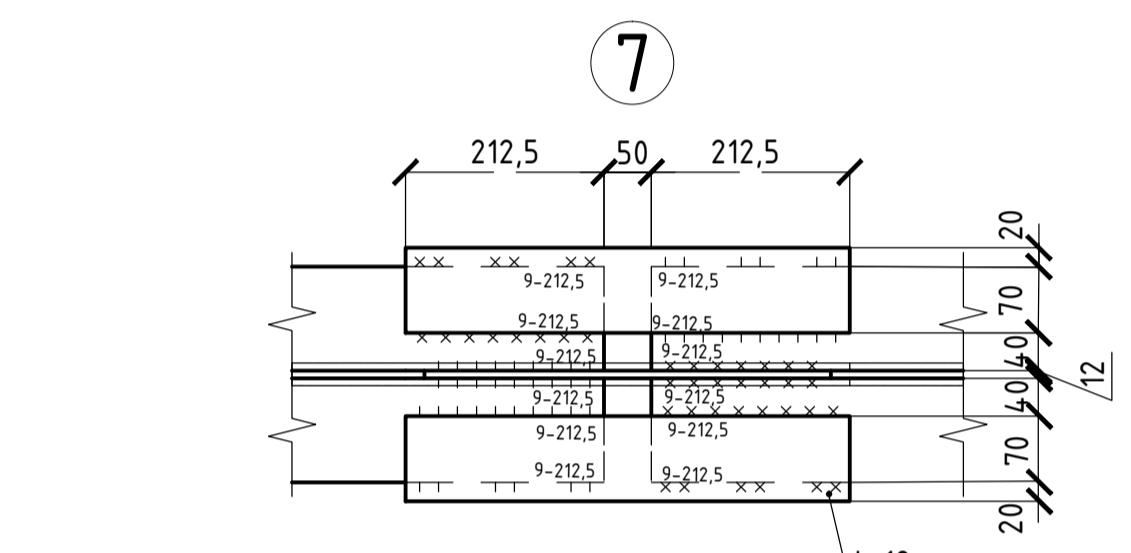
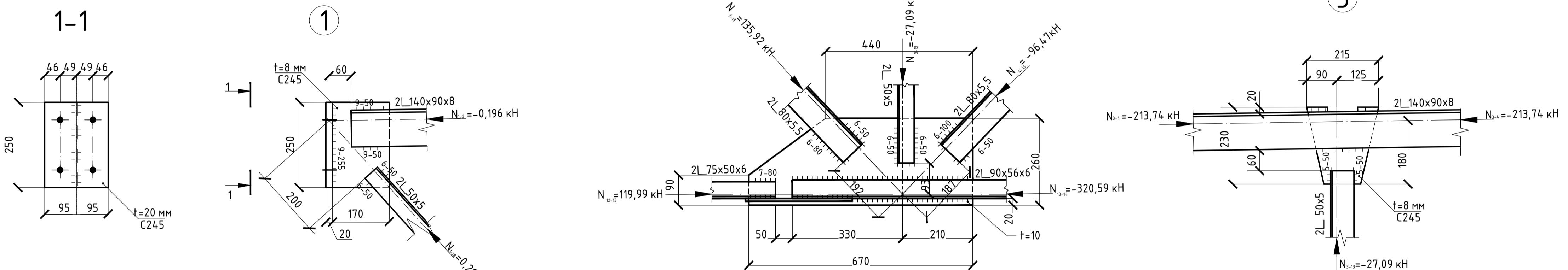
БР-08.03.01.01-КМ					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док.	Повл.	Дата
Разработал	Чижов И.В.				
Консультант	Петухова И.Я.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н.Контроль	Петухова И.Я.				
Зад.Кафедрой	Деордюев С.В.				
СКиУС					

Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники г. Абакане

Схема расположения колонн, стоек фахверка на отметке 0,000. Схема расположения стропильных ферм, связей по нижним и верхним поясам ферм, путей подвесного транспорта, 1-1; 2-2, 3-3.



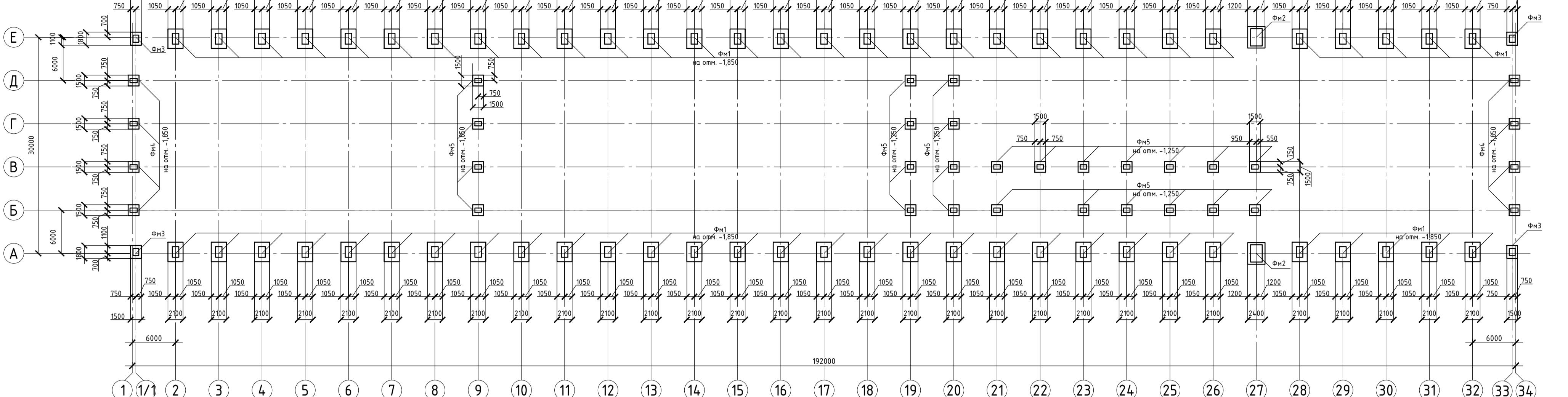
Марка эл-та	№ детали	Кол-во шт		Сечение	Длина, мм	Масса в кг			Марка стали	Приложение
		Т	Н			Одной детали	Всех	Эл-та		
ФС1	1	1	-	∟ 140x90x8	5792	156,4	156		C245	
	2	1	-	∟ 140x90x8	3000	81	81		C245	
	3	1	-	∟ 140x90x8	6000	162	162		C245	
	4	1	-	∟ 75x50x6	5792	95,96	96		C245	
	5	1	-	∟ 90x56x6	6000	100,4	100		C245	
	6	1	-	∟ 90x56x6	3000	50,2	50	1069	C245	
	7	2	-	∟ 75x5	2140	31,5	63		C245	
	8	4	-	∟ 80x5,5	4350	72,5	290		C245	
	9	2	-	∟ 50x5	3150	30,7	61		C245	
	10	1	-	∟ 50x5	2120	9,8	10		C245	
Масса наплавляемого металла 1%						10,69				



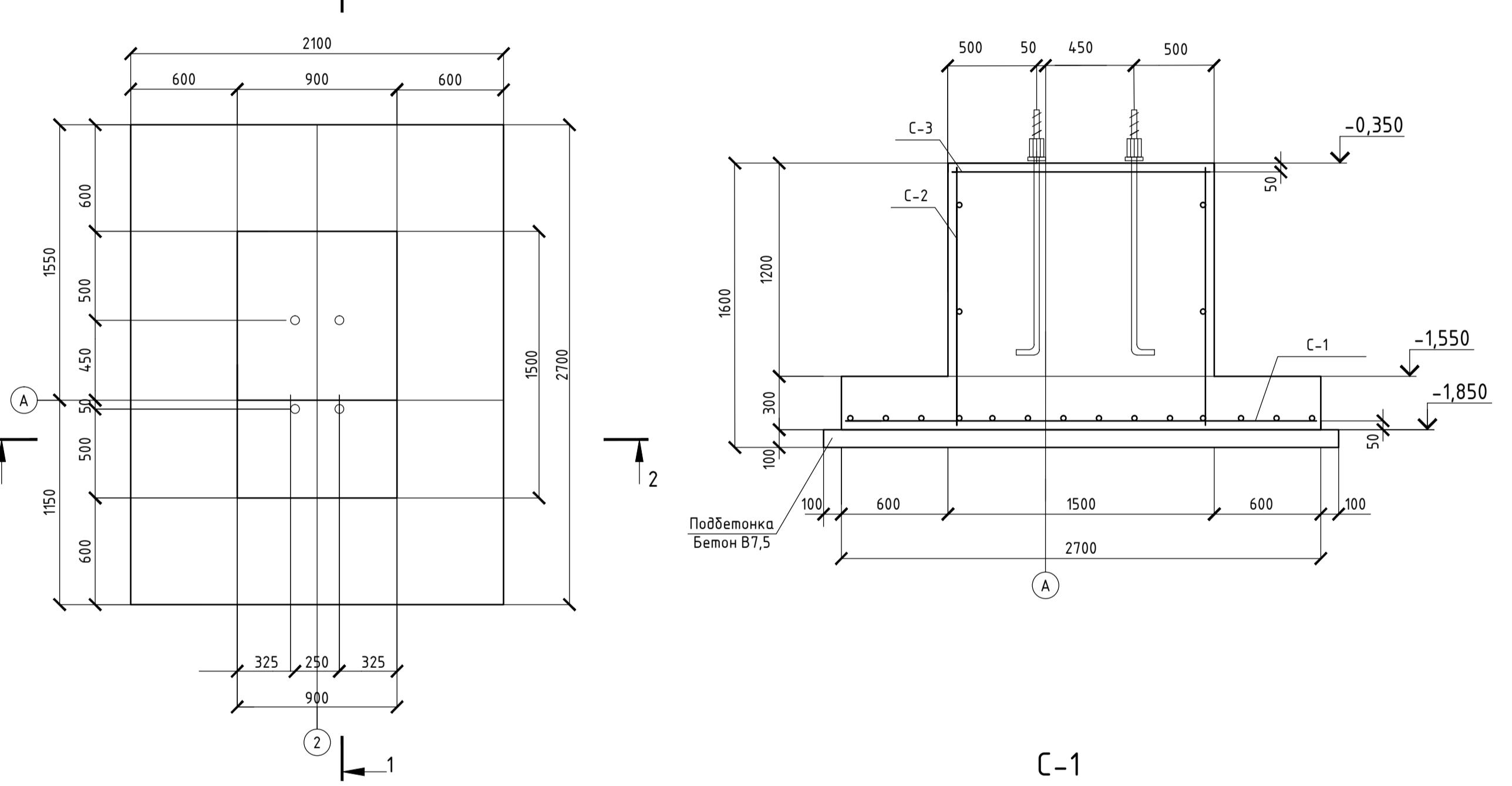
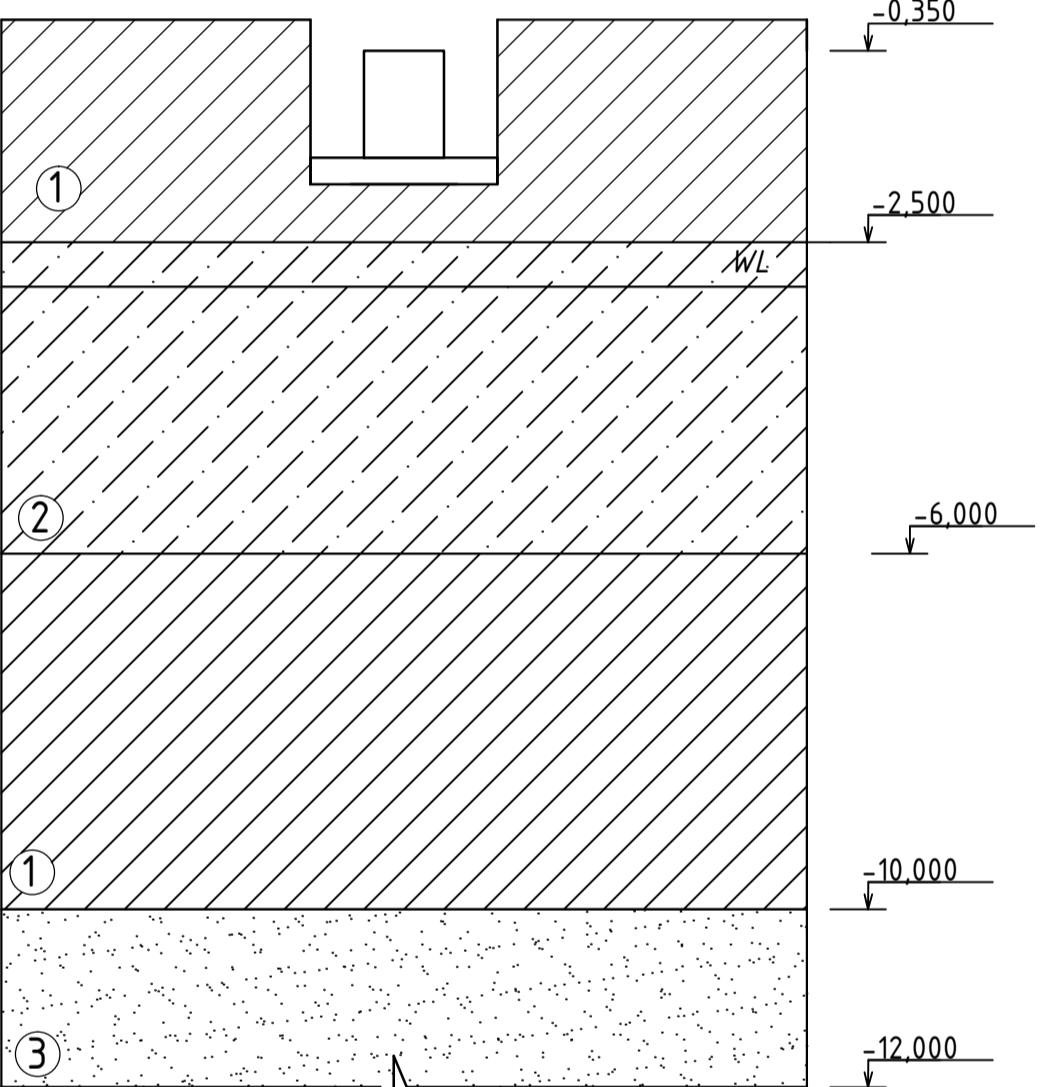
Лист 4 читать совместно с листом 3 и пояснительной запиской.
Все отверстия 23 мм, кроме оговоренных.
Монтаж конструкции производить на болтах М20 (класса точности В).

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	БР-08.03.01.01-КР			
						Сибирский федеральный университет			
						Инженерно-строительный институт			
Разработал	Чжоу И.В.				Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г. Абакане		Стадия	Лист	Листов
Консультант	Петухова И.Я.						P	4	
Руководитель	Петухова И.Я.								
Н. Контроль	Петухова И.Я.				Монтажная схема ФС1; узлы 1, 2, 3, 4, 5; Спецификация стали		СКиУС		
Зав. Кафедрой	Деордиец С.В.								

План фундаментов

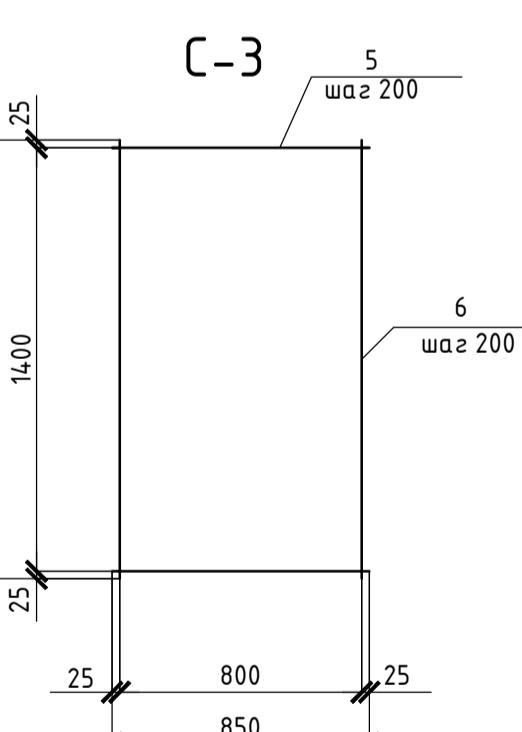
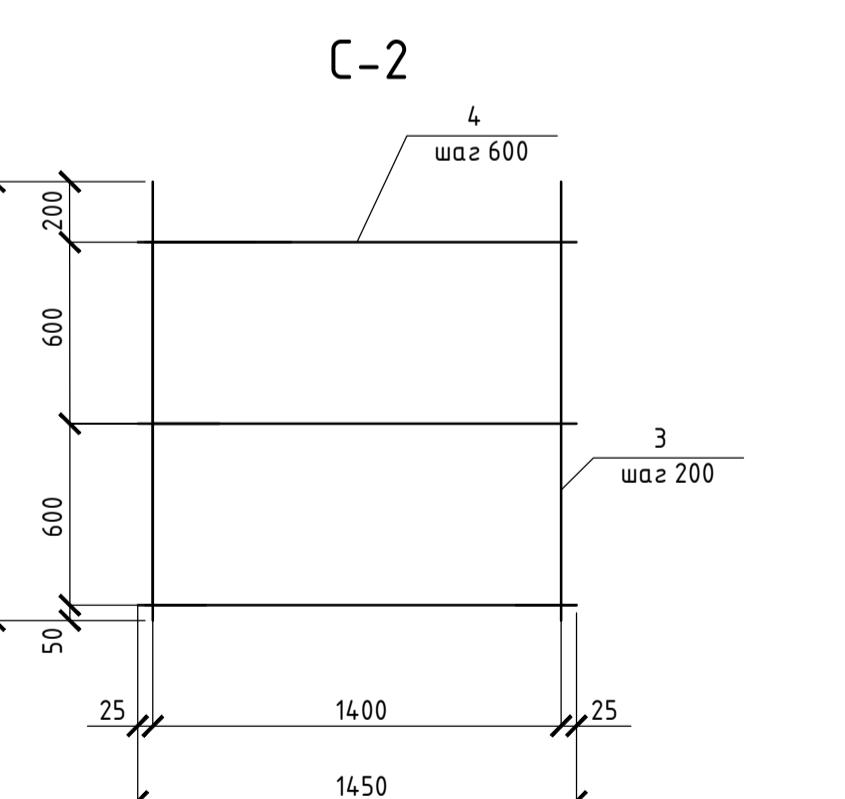
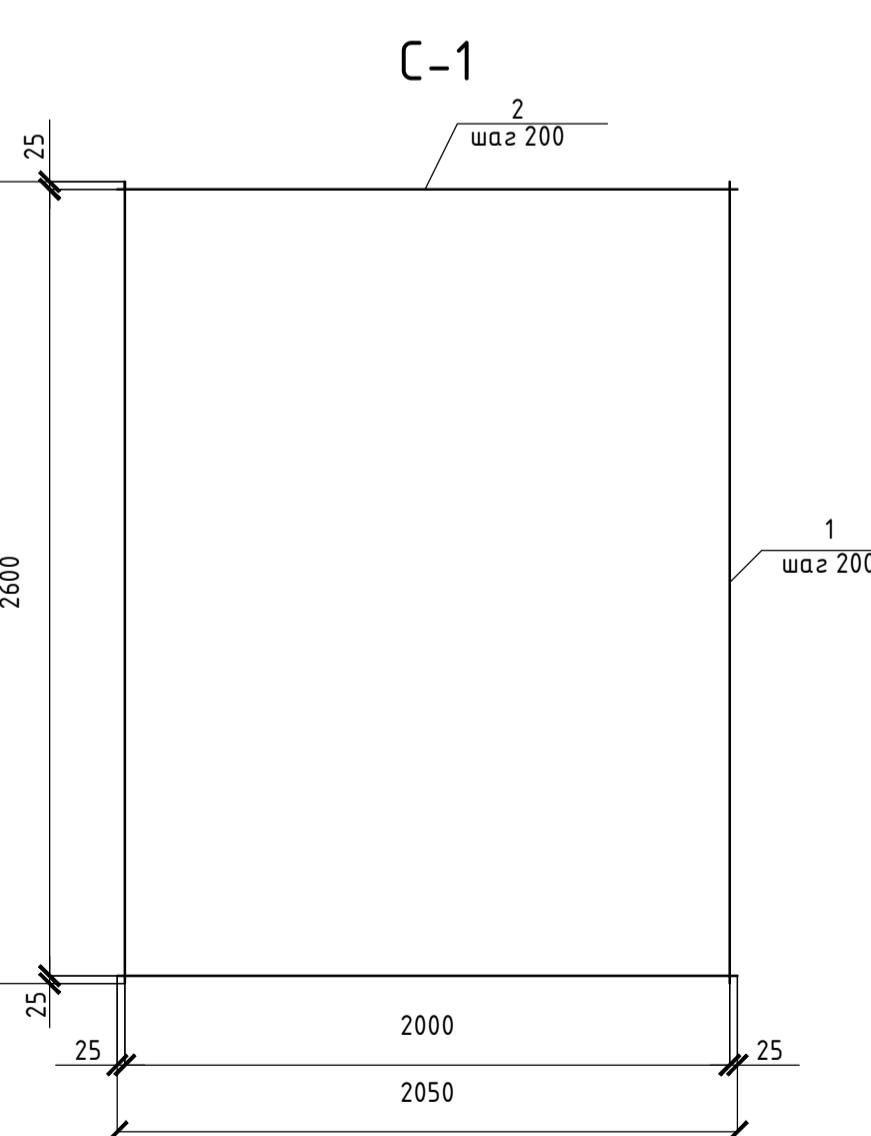
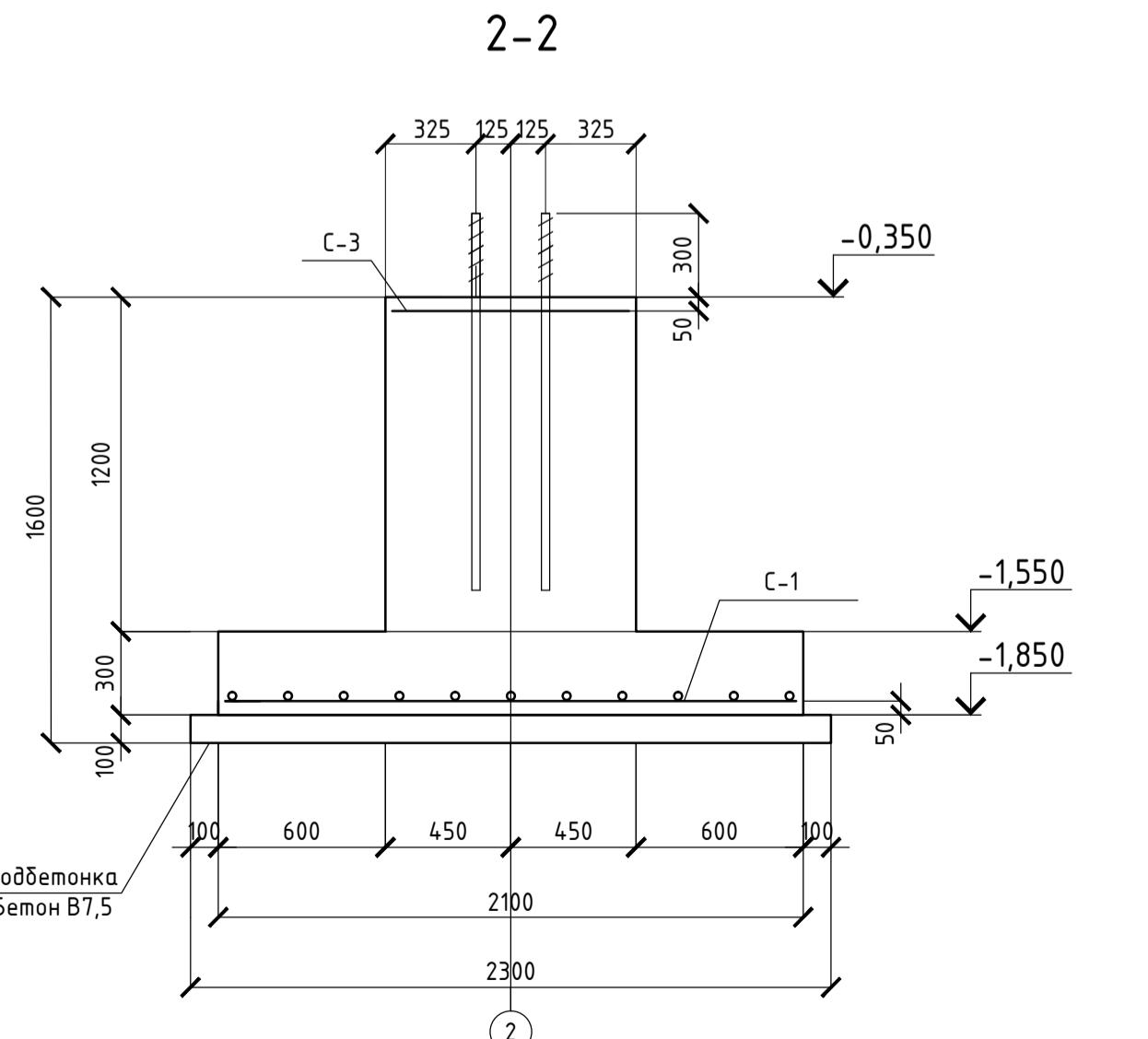


Инженерно-геологический колонка



Условные обозначения

- (1) Суглинок тугопластичный
- (2) Супесь твердая
- (3) Песок пылеватый водонасыщенный, средней плотности



- За условную отметку 0,000 принят уровень чистого пола одноэтажной части здания, что соответствует абсолютной отметке 148,150
- Основанием фундаментов служит суглинок тугопластичный с расчетными характеристиками С = 24,5 кН/м; ф=21,3; Е=24,8 МПа.
- Под всеми фундаментами выполнить подготовку из бетона В7,5 толщиной 100мм, выступающие за край фундамента на 100 мм.
- Обратную засыпку производить местным талым грунтом с послойным уплотнением

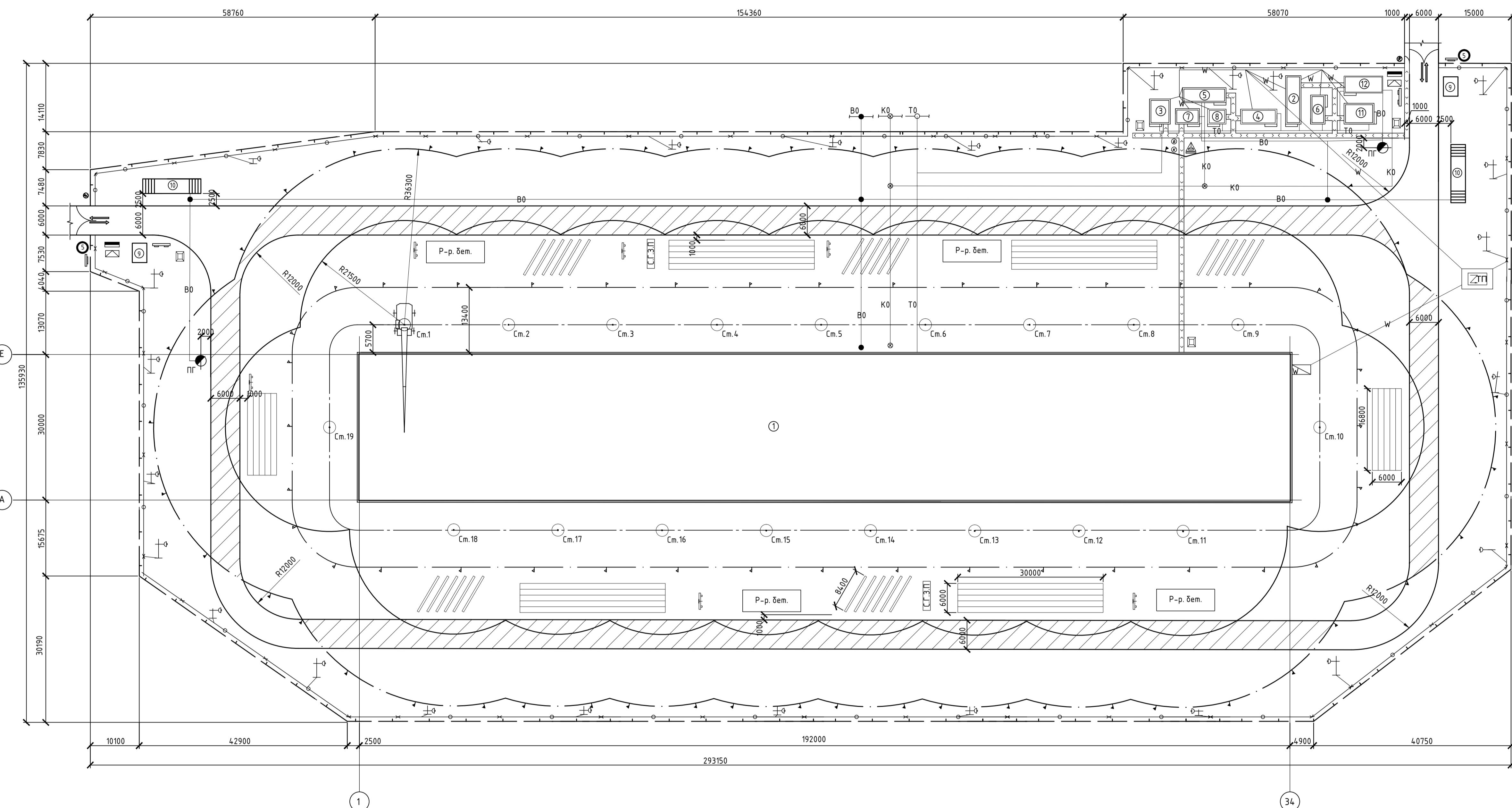
БР - 08.03.01 КЖ

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол.ч	Лист № док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработала	Чжоу И.В.				Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г. Абакане		
Консультант	Иванова О.А.						
Руководитель	Петухова И.Я.						
Н.контроль	Петухова И.Я.				План-фундаментов: Фм1, С-1-2-2-3-3;		
Зав. кафедрой	Деордий С.В.				Инженерно-геологическая колонка, С-1-2-3-3-3;		
					Спецификация элементов Фм1, Ведомость расхода стали; примечание		

СКиУС

Объектный строительный генеральный план



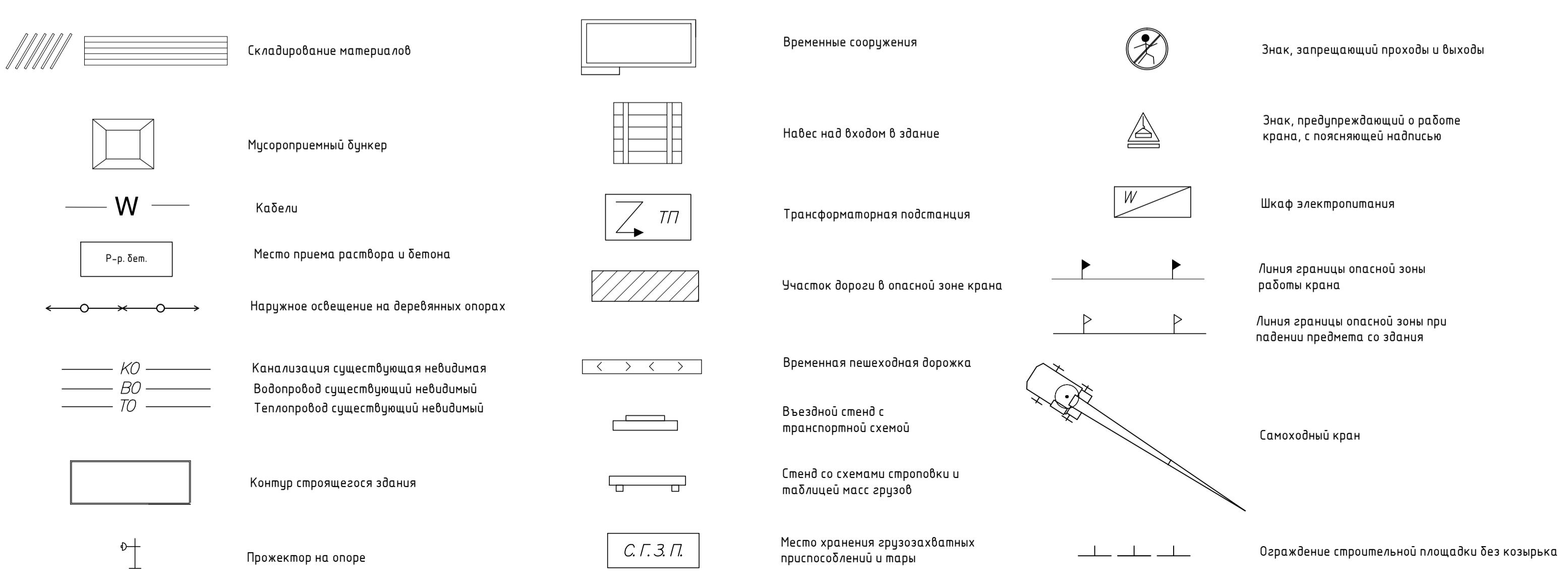
ТЭП Стройгеплана

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Протяженность временных дорог	км	0,423
Протяженность инж. коммуникаций	км	0,69
Протяженность ограждения строительной площадки	км	0,75
Общая площадь строительной площадки	м ²	34704,7
Площадь возводимых постоянных зданий и сооружений	м ²	5760
Площадь временных зданий	м ²	202,7

Экспликация зданий и сооружений

Наименование	Объем шт.	Размеры в плане, мм	Тип, марка или краткое описание
1. Возводимое здание	шт.	30000x19200	Строящееся
2. Прорабская	шт.	10000x3200	Не инвентарное
3. Сушильня	шт.	5200x4300	Не инвентарное
4. Гардеробная	шт.	7500x3100	Не инвентарное
5. Душевая	шт.	9000x3100	Не инвентарное
6. Помещение для обогрева, отдыха и приема пищи	шт.	6000x3000	Не инвентарное
7. Умывальная	шт.	9000x3100	Не инвентарное
8. Помещение для кратковременного отдыха	шт.	3800x3500	Не инвентарное
9. КПП	шт.	3000x3000	Не инвентарное
10. Пункт мойки колес	шт.	12000x3000	Не инвентарное
11. Красный уголок	шт.	6200x4300	Не инвентарное
12. Туалет	шт.	8000x3500	Не инвентарное

Условные обозначения



БР-08.03.01.01-ОС

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол. уч.	Лист № док.	Подп.	Дата
Разработчик	Чеку И.В.			
Консультант	Данилович Е.В.			
Руководитель	Петухова И.Я.			
Н. контроль	Петухова И.Я.			
Зав. кафедрой	Деордьев С.В.			
Составил				
Лист				
Страница				

Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники
б. Абакан

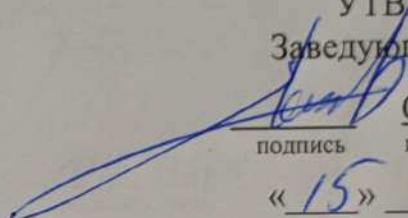
P 7

Объектный строительный генеральный план, условные обозначения, ТЭП стройгеплана, экспликация зданий и сооружений

СКУС

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия
«15 » 07 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
08.03.01.01 «Строительство»
код, наименование направления

Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г.

Абакан
тема

Руководитель Петухов И.Я.
к.т.н., доцент каф. СКиУС
подпись дата

Петухова И.Я.
инициалы, фамилия

Выпускник Чжоу И.В.
15.07.13
подпись дата

Чжоу И.В.
инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Продолжение титульного листа БР по теме Цех по ремонту и обслуживанию строительной техники в г. Абакане

Консультанты по разделам:

архитектурно-строительный
наименование раздела

Коф - 11.07.19
подпись, дата

Е.В. Казакова
инициалы, фамилия

расчёто-конструктивный
наименование раздела

Петухов - 15.07.19
подпись, дата

И.Я. Петухова
инициалы, фамилия

фундаменты
наименование раздела

Иван - 11.07.19
подпись, дата

О.А. Иванова
инициалы, фамилия

технология строит. производства
наименование раздела

Данилов - 13.07.19
подпись, дата

Е.В. Данилович
инициалы, фамилия

организация строит. производства
наименование раздела

Данилов - 13.07.19
подпись, дата

Е.В. Данилович
инициалы, фамилия

экономика
наименование раздела

Катер - 13.07.19
подпись, дата

Т.П. Категорская
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Петухов - 15.07.19
подпись, дата

И.Я. Петухова
инициалы, фамилия