

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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде проекта  
08.03.01.01 «Строительство»  
код, наименование направления  
Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекательной фабрики чанового  
выщелачивания) в г. Кызыле  
тема

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись дата

к.т.н., доцент каф. СКиУС  
должность, ученая степень

И.Я. Петухова  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись дата

Ю.В. Белов  
инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Продолжение титульного листа БР по теме Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекающей фабрики чанового выщелачивания) в г. Кызыле.

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.В. Казакова  
инициалы, фамилия

расчётно-конструктивный  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.Я. Петухова  
инициалы, фамилия

фундаменты  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

О.А. Иванова  
инициалы, фамилия

технология строит. производства  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.В. Данилович  
инициалы, фамилия

организация строит. производства  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.В. Данилович  
инициалы, фамилия

экономика  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Т.П. Категорская  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.Я. Петухова  
инициалы, фамилия

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 Архитектурный раздел .....	11
1.1 Описание климатических условий строительства.....	12
1.2 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации .....	13
1.3 Обоснование объёмно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешённого строительства объекта капитального строительства .....	14
1.4 Описание и обоснование использованных композиционных приёмов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства .....	14
1.5 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения .....	14
1.6 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	14
1.7 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	15
1.9 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полёта воздушных судов.....	15
1.9 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров для объектов непромышленного назначения.....	15
1.10 Обоснование конструктивной схемы.....	15
1.11 Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость здания .....	19
1.12 Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей основного назначения.....	19
1.13 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение условий эксплуатации.....	20
1.14 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения .....	22

						БР-08.03.01.01 ПЗ							
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата								
Разработал		Белов Ю.В.				Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекательной фабрики чанового выщелачивания) в г. Кызыл			Стадия	Лист	Листов		
									Р	7	119		
Руководитель		Петухова И.Я.							Кафедра СКИУС				
Н. контроль		Петухова И.Я.											
Зав. кафедрой		Деордиев С.В.											

1.15 Инженерные решения, обеспечивающие защиту территории объекта от опасных природных и техногенных процессов .....	22
2 Конструктивный раздел.....	24
2.1 Компоновка конструктивной схемы каркаса .....	25
2.1.1 Компоновка поперечной рамы .....	26
2.1.2 Обеспечение неизменяемости каркаса .....	28
2.2 Постоянные и временные нагрузки, действующие на каркас.....	29
2.3 Расчет прогона.....	31
2.4 Расчёт и конструирование стропильной фермы покрытия .....	33
2.4.1 Определение усилий в стержнях фермы .....	34
2.4.2 Подбор сечений стержней фермы .....	35
2.4.3 Расчёт и конструирование узлов фермы.....	43
3 Основания и фундаменты.....	59
3.1 Материалы инженерно-геологических изысканий.....	60
3.2 Проектирование фундаментов мелкого заложения.....	61
3.3 Проектирование столбчатого фундамента .....	64
4 Технология строительного производства.....	69
4.1 Технологическая карта на монтаж металлического каркаса основного блока здания.....	70
4.1.2 Область применения .....	70
4.1.2 Общие положения .....	70
4.1.3 Технология и организация выполнения работ.....	71
4.1.4 Требования к качеству работ .....	78
4.1.5 Потребность в материально – технических ресурсах .....	81
4.1.6 Техничко-экономические показатели .....	84
4.1.7 Техника безопасности и охрана труда .....	85
5 Организация строительного производства.....	92
5.1 Область применения строительного генерального плана .....	93
5.2 Выбор подъёмно-транспортного оборудования .....	93
5.3 Размещение грузоподъёмных механизмов на строительной площадке....	95
5.4 Проектирование временных проездов и автодорог.....	96

						БР-08.03.01.01 ПЗ			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал	Белов Ю.В.					Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекающей фабрики чанового выщелачивания, в г. Кызыл	Стадия	Лист	Листов
							Р	8	119
Руководитель	Петухова И.Я.					Кафедра СКиУС			
Н. контроль	Петухова И.Я.								
Зав. кафедрой	Деордиев С.В.								

5.5	Проектирование складского хозяйства и производственных мастерских .....	97
5.6	Проектирование бытового городка .....	98
5.7	Проектирование временных инженерных коммуникаций .....	98
5.7.1	Электроснабжение строительной площадки.....	99
5.7.2	Водоснабжение строительной площадки .....	99
5.8	Технико-экономические показатели строительного генерального плана .....	99
5.9	Мероприятия по охране окружающей среды.....	99
5.10	Техника безопасности и охрана труда .....	100
6	Экономика строительства .....	101
6.1	Локальный сметный расчёт на возведение каркаса основного блока проектируемого объекта.....	102
6.2	Технико-экономические показатели проекта.....	103
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	106
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	107
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	110
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	115

						БР-08.03.01.01 ПЗ			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Белов Ю.В.				Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекательной фабрики чанового выщелачивания) в г. Кызыл	Стадия	Лист	Листов
							Р	9	119
Руководитель		Петухова И.Я.					Кафедра СКиУС		
Н. контроль		Петухова И.Я.							
Зав. кафедрой		Деордиев С.В.							

## ВВЕДЕНИЕ

В современных российских условиях золотодобыча — это отрасль промышленности, наиболее полно интегрированная в мировое хозяйство. Отечественные золотодобывающие компании одни из лидеров на мировом рынке. Кроме этого, согласно Государственному балансу запасов полезных ископаемых, объем запасов золота в РФ превышает 13,1 тыс. тонн (14 % мировых разведанных запасов), что позволяет нашей стране входить в тройку ведущих стран мира по данному показателю. В итоге, можно утверждать, что золотодобыча — это одна передовых отраслей российской промышленности и в плане настоящих результатов, и в плане потенциала развития.

Рассматривая период развития отечественной золотодобывающей отрасли с 1998 по 2019 г. можно выделить два наиболее значимых результата:

- 1) более чем двукратное увеличение объемов производства;
- 2) установление в отрасли доминанты мировых корпораций.

Учитывая современное состояние мировой золотодобычи (снижение мировых цен на золото и свертывание добычи), ситуация в России остается более чем благоприятной в виду девальвационных преимуществ.

Стремительный рост цены золота в рублевом эквиваленте и одновременное снижение мировой (долларовой) цены определяют преимущества отечественных золотопромышленников. Отсюда и снижение производственных затрат в отрасли, что определяет интенсификацию добычи золота в России в противовес мировой тенденции ее снижения.

Республика Тыва к 2030 году планирует выйти на ежегодную добычу 2,5 тонны золота, что в 2,5 раза больше, чем по итогам 2018 года, следует из Концепции развития и освоения минерально-сырьевой базы республики.

Одним из наиболее перспективных месторождений на территории Республики Тыва является месторождение «Правобережное». По данным изысканий, процент содержания золота в горной породе выше, чем на других месторождениях.

В рамках выпускной квалификационной работы было принято решение разработать проект главного корпуса золотоизвлекательной фабрики чанового выщелачивания – наиболее прогрессивного метода выделения золота из горной породы.

## **Архитектурный раздел**

# 1 Архитектурный раздел

## 1.1 Описание климатических условий района строительства

Площадка строительства золотоизвлекательной фабрики расположена в 78 км от города Кызыл, в восточном направлении. Природно-климатические параметры приняты согласно [1], представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Природно-климатические показатели района строительства

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	2	3
Общие данные		
1	Среднегодовая температура воздуха	минус 1,8 °С
2	Среднее годовое парциальное давление водяного пара	4,9 гПа
3	Климатический район строительства	Д
Холодный период года		
1	Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92	минус 48 °С
2	Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92	минус 47 °С
3	Абсолютная минимальная температура воздуха	минус 54 °С
4	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца	10,9 °С
5	Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0 °С	178 сут, $t_{cp} = \text{минус } 20,1 \text{ °С}$
6	Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже +8 °С	225 сут, $t_{cp} = \text{минус } 15 \text{ °С}$
7	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца	73 %
8	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца	69 %
9	Количество осадков за ноябрь-март	58 мм
10	Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	В
11	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь	1,7 м/с
12	Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 \text{ °С}$	1,4 м/с
Теплый период года		
1	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	плюс 27,1 °С
2	Абсолютная максимальная температура воздуха	плюс 41 °С
3	Средняя суточная амплитуды температуры воздуха наиболее теплого месяца	13,4 °С
4	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца	58 %



### Окончание таблицы 1.1

1	2	3
5	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца	42 %
6	Количество осадков за апрель-октябрь	178 мм
7	Преобладающее направление ветра за июнь-август	С
8	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль	1,3 м/с
9	Суточный максимум осадков	51 мм

Регион строительства относится ко II снеговому району согласно карте районирования территории РФ по весу снегового покрова [2], и к III ветровому району согласно карте районирования территории РФ по ветровому давлению [3]. Нормативное значение веса снегового покрова на горизонтальную поверхность покрытия – 1,0 кПа [2, табл. 10.1], нормативное значение ветрового давления – 0,38 кПа [2, табл. 11.1].

Сейсмичность района с 10% степенью сейсмической опасности в течении 50 лет – 8 баллов [3, прил. А].

### **1.2 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации**

Промышленное здание представляет собой одноэтажное здание. Планировочная структура главного корпуса золотоизвлекательной фабрики основана на четком делении помещений на функциональные группы в едином объеме.

Здание разбито на два основных блока: производственный и обслуживающий. К производственному блоку относится главный корпус, в котором проходит основной технологический процесс предприятия, и небольшая пристройка, в которой завершается часть технологического процесса обогащения. В главном корпусе фабрики располагаются помещения автоматизированных систем управления (АСУ), отделение приемки руды, отделения измельчения, отделение выщелачивания и сорбации, отделение сортировки и загрузки итогового сырья, ремонтное отделение. В пристройке в осях 3-6/1 – Л/1-П расположены помещения нейтрализации отходов производства.

К обслуживающему блоку относятся семь пристроек. На их территории располагаются следующие помещения: узлы ввода и вывода сетей водоснабжения и канализации, установки вентилирования и кондиционирования, распределительные узлы водоснабжения и поступаемых реагентов, распределительная электроподстанция, ремонтно-механические мастерские, санузел.

### **1.3 Обоснование принятых объемно - пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства**

Проектируемое здание расположено в районе с сейсмичностью 8 баллов, поэтому при его проектировании и возведении предусматривается ряд антисейсмических мероприятий.

Конструктивная схема здания – каркасная по рамно-связевой схеме, здание состоит из восьми блоков. Первый и основной блок располагается в осях 3-11/В-П, размерами 24х54 м в осях 7-11/В-П и 24х42 м в осях 3-7/В-Л; высота до низа несущих конструкций покрытия – 18,3 м; шаг колонн – 6 м. Второй блок имеет размеры в осях 3-5/А-Б 12х6 м; высота до низа несущих конструкций покрытия – 10,6 м; шаг колонн - 6 м. Третий блок имеет размеры в осях 10-14/А-Б 16х6 м; высота первого этажа – 5,04 м, второго – 5,0 м; шаг колонн – 4,5-6 м. Четвертый блок имеет размеры в осях 12-14/В-Е 9х18 м; высота первого этажа – 4,82 м, второго – 5,18 м; шаг колонн – 4,5-6 м. Пятый блок имеет размеры в осях 1-2/Г-Ж 6х18 м; высота первого этажа - 4,82 м, второго - 4,68 м; шаг колонн – 6 м. Шестой блок имеет размеры в осях 1-2/Ж1-Л 6х18 м; высота до низа конструкций покрытия – 4,4 м; шаг колонн – 6м. Седьмой блок имеет размеры в осях 3-6/1 Л/1-П 23х13 м; высота первого этажа – 3,65 м, второго – 6,93 м; шаг колонн – 5,0-6,0 м. Восьмой блок имеет размеры в осях 7-11/П-Р 24х6 м; высота до низа конструкций покрытия – 12,64 м; шаг колонн - 6 м.

Блоки имеют существенные различия друг от друга, поэтому между ними устраивается антисейсмический шов.

### **1.4 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства**

### **1.5 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения**

Внутренняя отделка выполнена в соответствии с функциональным назначением. Внутренняя поверхность ограждающих конструкций окрашена в заводских условиях.

### **1.6 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей**

Для обеспечения, нормируемого КЕО в проектируемом здании предусмотрены: в производственном блоке – двухрядное панельное остекление с верхним и центральным расположением, над рабочими местами располагаются лампы естественного освещения; в обслуживающем блоке – панельное

остекление на каждом этаже корпуса, если позволяют габариты расположенного оборудования, и лампы естественного освещения.

### **1.7 Описание архитектурно – строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия**

Для обеспечения нормативного шумового и вибрационного воздействия в проектной документации предусмотрена звуко- и виброизоляция на кровли и в полах.

### **1.8 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов**

Решения по светоограждению объекта, для обеспечения безопасности полета воздушных судов не требуется в соответствии с объемно-планировочными решениями здания.

### **1.9 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров для объектов непроизводственного назначения**

При проектировании внутренней отделки помещений учтено многообразие свойств, влияющее на качество художественного восприятия окружающего пространства и цветовой гаммы человеком: функциональную особенность помещения, качество строительного материала и др.

Во внутренней отделке помещений используются материалы, отвечающие санитарно-гигиеническим, эстетическим и противопожарным требованиям.

### **1.10 Обоснование конструктивной схемы**

#### Материал несущих конструкций.

Выбирая материал, необходимо учитывать размеры пролетов и шаг колонн, высоту зданий, величину и характер действующих на каркас нагрузок, параметры воздушной среды производства, наличие агрессивных факторов, требования огнестойкости, долговечности и технико-экономические предпосылки. Стоимость материалов и конструкций, их транспортирование часто превышает 60% от общей стоимости строительства зданий. Поэтому одна из актуальных задач повышения технического прогресса в строительстве — снижение материалоемкости и массы конструктивных элементов зданий.

Проанализировав исходные данные проекта можно сделать вывод, что будет целесообразнее использовать металлические конструкции, чем железобетонные. Данный вывод исходит из:

- назначения здания и используемого оборудования. Здание имеет большую высоту этажа (собственный вес колонны из железобетона будет велик),

ширину пролета; грузоподъемные устройства имеют относительно небольшую грузоподъемность, с которой справятся металлические конструкции;

- место строительства. Фабрика располагается в 78 км от ближайшего крупного города, что подразумевает доставку строительных материалов к месту возведения объекта. Стоимость и трудоемкость транспортировки у металлических конструкций ниже, чем у железобетонных;

- скорость строительства. Здание из металлических конструкций можно быстрее возвести и начать эксплуатацию по назначению, чем из железобетонных конструкций.

В данном случае строительства оптимальной каркасной схемой будет рамно-связевая, исходя из выбора материалов несущих конструкций, конструктивных элементов, расположения места строительства.

#### Фундамент.

Фундамент – монолитный железобетонный столбчатый фундамент, высотой 2,1 м с выпусками под крепление базы колонны. Марка бетона В25, В30 в зависимости от конструкций, под которыми он расположен. Отметка низа подошвы фундамента -3,000.

#### Колонны.

В проекте используются колонны из двутаврового профиля постоянного по высоте сечения в пределах бескрановых помещений и с подвесными кранами. В пролете с мостовым краном используются двухветвевые колонны из двутаврового профиля переменного по высоте сечения. Пространственная жесткость обеспечивается вертикальными и горизонтальными связями.

#### Фермы.

Стропильные фермы металлические с параллельными полками и треугольной решеткой таврового сечения из равнополочных уголков пролетом 24 м. Уклон стропильных ферм – 2,5%. Опорные панели ферм имеют дополнительное укрепление раскосом. Соединения элементов в узлах обеспечивается металлическими фасонками. Ферма крепится непосредственно к колонне на заранее укрепленные поверхности.

#### Связи.

Для обеспечения геометрической неизменяемости пространственной схемы каркаса предусмотрены вертикальные связи между колоннами и горизонтальные связи по покрытию. К конструкциям связи крепятся на болтах.

Система связей по покрытию состоит из горизонтальных и вертикальных связей. Горизонтальные связи устраиваются по верхним и нижним поясам стропильных ферм. Вертикальные связи устраивают между стропильными фермами. Так как расчетная температура наружного воздуха  $<45^{\circ}$ , то вертикальные связи предусматриваются в плоскости коньковой стойки по всей длине здания.

### Стены.

Наружные стены представляют собой сэндвич-панели толщиной 200 мм, на основании теплотехнического расчета. Длина панелей составляет 6000 мм, ширина в пределах 1000 – 1200 мм. Раскладка панелей – горизонтальная. На участках с воротами и окнами используются сэндвич-панели с проемами.

### Перекрытия.

В помещениях с количеством больше двух предусмотрены перекрытия по металлическим балкам. В зависимости от назначения помещений, перекрытия могут быть железобетонные толщиной 200 мм или из металлического настила.

### Кровля.

Конструкция кровли представлена стальным утепленным настилом по стальным прогонам с толщиной утеплителя 250 мм с мягким покрытием. Кровля двускатная с уклоном 2,5%. Расположение прогонов – продольное, шаг прогонов – 3000 мм. Прогонны опираются на стропильные фермы.

### Лестницы.

Лестницы из рифлёных металлических листов по металлическим косоурам. Ограждение лестниц высотой 900 мм.

### Окна.

Оконные панели пластиковые, в среднем ряду – длиной 6000 мм, высотой 1200 – 1800 мм. В крайнем ряду – длиной 5500 мм, высотой 1200 – 1800 мм. По высоте здания окна располагаются в два ряда, для обеспечения естественной освещенности рабочих мест. Механизм открывания – автоматический.

### Двери.

Двери для персонала – металлические глухие двустворчатые шириной полотна 700 мм, высотой 2070 мм. Так же предусмотрены дверные полотна толщиной 1010 мм, высотой 2070 мм в воротах. Ворота шириной 3600 мм, высотой 4200 мм предназначены для подъемно-транспортного оборудования.

Таблица 1.2 – Ведомость заполнения оконных и дверных проёмов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, ед. кг	Прим.
1	2	3	4	5	6
Двери					
1	ГОСТ 31173-2016	ДНВ Г 14-21	14		
2	ГОСТ 30970-2002	ДПВ Г 10-21	10		
3	ГОСТ 30970-2002	ДПВ Г 8-21	8		
4	ГОСТ 31174-2017	ВМ 36-42	7		

## Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
Окна					
ОК-1	ГОСТ 21096-75	ОПГ Б1 6000-1200 (4М1-12-4М1-12-И4)	45		
ОК-2	ГОСТ 21096-75	ОПГ Б1 5500-1200 (4М1-12-4М1-12-И4)	22		
ОК-3	ГОСТ 21096-75	ОПГ Б1 4000-1200 (4М1-12-4М1-12-И4)	6		

Полы.

Таблица 1.3 – Экспликация полов

Ном пом.	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола	Площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1,2,3,4, 5,6,7,8, 9,10,11, 12,13,14	1		Стяжка из цементно-песчаного раствора М200 – 50 мм; Утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ – 250 мм; Подстилающий слой из бетона класса В22,5 – 600 мм; Скальный грунт.	3300,00
15	2		Керамическая плитка на прослойке из цементно-песчаного раствора – 18 мм; Стяжка из цементно-песчаного раствора М200 – 50 мм; Утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ – 250 мм; Подстилающий слой из бетона класса В22,5 – 600 мм; Скальный грунт.	36,00
-	3		Линолеум – 5 мм; Гидроизоляционный слой 2 мм; Стяжка из цементно-песчаного раствора М200 – 40 мм; Звукоизоляционные плиты – 20 мм; Железобетонная плита перекрытия – 150 мм.	720,00

### 1.11 Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость здания

Принятые технические решения в данном проекте обеспечивают необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость

зданий и сооружений объекта строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей, в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации проектируемого объекта.

Проектные решения соответствуют нормативным требованиям отраженных в главах следующих строительных норм и правил:

- СП 20.13330. 2016 «Нагрузки и воздействия»;
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Нормы проектирования»;
- СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений».

## **1.12 Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей основного назначения**

Проектируемое здание предназначается для обогащения золотосодержащих руд на территории месторождения «Правобережное» путём чанового бактериального выщелачивания.

Для обогащения руд используются непрерывные технологические линии. Она действует по принципу постоянно двигающейся руды в сухом и мокром виде по открытым конвейерам и закрытым трубопроводам.

Технология бактериального обогащения состоит из следующих этапов:

- измельчение золотосодержащей руды до более мелкой фракции в специальных мельницах;
- выщелачивание золота в чанах с использованием цианидных растворов;
- сгущение обогащенного раствора, получение золотосодержащей смеси;
- фильтрация полученной смеси;
- золотосодержащие продукты фильтрации отправляют на нейтрализацию;
- слитый сгущающий раствор отправляют на осаднения, после чего его вновь фильтруют, отделяя отходы и сырье, отправляемое на вторичное выщелачивание;
- нейтрализованное золотосодержащее сырье отправляют на сорбацию, получая золотосодержащее сырье, готовое к дальнейшей переработки, и производственные отходы.

Требуемое технологическое оборудование имеет большие габариты, поэтому помещения должны обладать достаточной просторностью, необходимо наличие грузоподъемных механизмов для обслуживания технологического процесса фабрики и непосредственно оборудования. Так как на предприятии ведется работа с химикатами, необходимо учесть их возможное воздействие на строительные конструкции, меры по обеспечению безопасного нахождения персонала (возможные крупногабаритные установки вентиляции и кондиционирования), решения по доставке химикатов к месту их применения.

Основными производственными агрегатами являются: шаровые мельницы, которые измельчают поступающую руду на более мелкую фракцию; чаны бактериального выщелачивания, в которых происходит процесс растворения золота в руде; радиальный сгуститель, предназначенный для обесшламливания пульпы и суспензий; сорбционные очистные, в которых происходит процесс отделения золота от золотосодержащего раствора.

По санитарной характеристике производственный процесс относится к группе 3б.

Таблица 1.4 – Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Категория помещения
1	2	3	4
1	Отделение приёмки руды	95,24	Д
2	Отделение измельчения	607,41	В
3	Помещения АСУ	120,70	В
4	Отделение выщелачивания и сорбции	1025,30	Д
5	Отделение сортировки и отгрузки готового сырья	304,38	Д
6	Помещения нейтрализации отходов производства	288,45	В
7	Ремонтное отделение	150,97	Д
8	РММ	97,45	Д
9	Распределительная подстанция	166,59	В
10	Распределительный узел (реагенты)	101,64	В
11	Установки вентилирования и кондиционирования	77,49	В
12	Распределительный узел (водоснабжение)	114,61	В
13	Узел ввода и вывода ВиК	109,59	В
14	Санузел	38,33	Д

### 1.13 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих

1) Соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Тепловая защита здания разработана в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Проектом предусматривается тепловая защита здания в соответствии с теплотехническими расчетами (см. приложение А - Г).

2) Снижение шума и вибраций

При проектировании цеха руководствовались требованиями СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

Защита от шума обеспечена:

- рациональным архитектурно — планировочным решением;
- применением ограждающих конструкций, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию;
- применением звукопоглощающих облицовок;
- виброизоляцией инженерного и санитарно-технического оборудования.

Звукоизоляция применяемых в проекте наружных и внутренних ограждающих конструкций жилых помещений обеспечивает снижение



звукового давления от внешних источников шума, а так же от ударного шума и шума оборудования инженерных систем, воздуховодов и трубопроводов до уровня, не превышающего допустимых значений по СП 51.13330.2011.

### 3) Гидроизоляция и пароизоляция помещений

В конструкции пола помещений первого этажа предусмотрена гидроизоляционная прослойка.

### 4) Снижение загазованности помещения

Процессов, приводящих к повышенной загазованности помещений, в проектируемом здании не предусмотрено, при этом, в каждом отделении запроектирована вент.шахта для естественной циркуляции воздуха.

5) Соблюдение безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий.

В помещениях проектируемого объекта, являющегося источником электромагнитных и иных излучений, предусматривается установка огороженных электрощитовых,

Соблюдение санитарно-гигиенических условия соблюдается согласно СанПин 2.1.2.1002-00.

### б) Пожарная безопасность

Настоящий проект выполнен с учётом требований Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" и других действующих правил, и норм.

В соответствии со статьей 32 [6] проектируемый объект представляет собой производственное здание, предназначенное для обогащения золотосодержащей руды. Класс функциональной пожарной опасности Ф5.1.

В здании фабрики предусмотрено 6 эвакуационных выходов.

Система объёмно-планировочных и конструктивных решений здания обеспечивается: наличием противопожарных преград (стен, перегородок); устройством необходимого количества эвакуационных выходов из помещений, путей эвакуации с требуемыми по нормам параметрами; применением несущих и ограждающих конструкций из негорючих материалов с нулевым пределом распространения огня (класс К0) и с регламентированными пределами огнестойкости; применением строительных материалов для отделки помещений с требуемыми по нормам показателями пожарной опасности.

Принятые проектные решения направлены на: своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей; спасение людей, которые могут подвергнуться воздействию опасных факторов пожара.

Части здания различной функциональной пожарной опасности, разделенные противопожарными преградами обеспечены самостоятельными эвакуационными выходами. Спецификой предприятия не предусматривается массовое пребывание людей в помещениях объекта.

В процессе строительства необходимо обеспечить:

– приоритетное выполнение противопожарных мероприятий, предусмотренных проектом, разработанным в соответствии с действующими нормами и утвержденным в установленном порядке;

– соблюдение противопожарных правил и охрану от пожара, строящегося и вспомогательных объектов, пожаробезопасное проведение строительных и монтажных работ;

– наличие и исправное содержание средств борьбы с пожаром;

– возможность безопасной эвакуации и спасения людей, а также защиты материальных ценностей при пожаре в строящемся объекте и на строительной площадке.

В процессе эксплуатации следует:

– обеспечить содержание здания и работоспособность средств его противопожарной защиты в соответствии с требованиями проектной и технической документации на них;

– обеспечить выполнение правил пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке;

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

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

#### **1.14 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения**

В проекте предусмотрены мероприятия по защите строительных конструкций от коррозии в соответствии с требованиями СП 28.13330.2012. «Защита строительных конструкций от коррозии».

Для защиты оснований от замачивания вокруг стен по периметру здания выполнен уклон асфальтового покрытия.

#### **1.15 Инженерные решения, обеспечивающие защиту территории объекта от опасных природных и техногенных процессов**

При проектировании зданий и сооружений для строительства в сейсмических районах в соответствии с СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81» надлежит:

– применять материалы, конструкции и конструктивные схемы, обеспечивающие снижение сейсмических нагрузок, в том числе системы сейсмоизоляции, динамического демпфирования и другие новые системы регулирования сейсмической реакции;

– принимать, как правило, симметричные конструктивные и объемно-планировочные решения с равномерным распределением нагрузок на перекрытия, масс и жесткостей конструкций в плане и по высоте;

– в зданиях и сооружениях располагать стыки элементов вне зоны максимальных усилий, обеспечивать монолитность, однородность и непрерывность конструкций;

– предусматривать условия, облегчающие развитие в элементах конструкций и их соединениях пластических деформаций, обеспечивающие устойчивость сооружения.

Площадки строительства, расположенные вблизи плоскостей тектонических разломов, с крутизной склонов более 15 град., нарушением пород физико-геологическими процессами, просадочными и набухающими грунтами, осыпями, обвалами, пывунами, оползнями, карстом, горными выработками, селями являются неблагоприятными в сейсмическом отношении. При необходимости строительства зданий и сооружений на таких площадках следует принимать дополнительные меры к укреплению их оснований и усилению конструкций.

С целью получения достоверной информации о работе конструкций при интенсивных землетрясениях и колебаниях прилегающих к зданиям и сооружениям грунтов в проектах уникальных зданий и сооружений следует предусматривать установку станции наблюдений за динамическим поведением конструкций и прилегающих грунтов (п. п. 4.1, 4.5, 4.7).

## **Конструктивный раздел**

## 2 Конструктивный раздел

### 2.1 Компонировка конструктивной схемы каркаса здания

Конструктивную схему здания формируем в соответствии с исходными данными и учётом технических, технологических, эксплуатационных и экономических требований.

Конструктивная схема здания – каркасная по рамно-связевой схеме, здание состоит из восьми блоков. Первый и основной блок располагается в осях 3-11/В-П, размерами 24x54 м в осях 7-11/В-П и 24x42 м в осях 3-7/В-Л общей площадью 2034 м<sup>2</sup>. Колонны по оси 3 – из двутавров № 80Ш1, по осям 7 и 11 – двухветвевые из двутавров № 40Б2, шаг колонн – 6 м. Покрытие – фермы пролётом 24 м из равнополочных уголков, образующих тавровое сечение. Высота фермы на опоре – 2,25 м. Высота до низа конструкций покрытия – 18,33 м. Уклон покрытия – 2,5%. Сопряжение колонн с фундаментом – жёсткое. Сопряжение ригеля рамы со стойками – шарнирное. Стойки фахверка выполнены из двутавров 25К1. Прогоны покрытия установлены с шагом 3 м по разрезной схеме, выполнены из швеллеров № 22П. Вертикальные и горизонтальные связи по каркасу и фахверку из равнополочных уголков или сложного сечения. Устойчивость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечиваются: в поперечном направлении – поперечными рамами; в продольном направлении – системой вертикальных связей и распорок.

Второй блок имеет размеры в осях 3-5/А-Б 12x6 м представляет собой однопролётную раму ( $L = 6$  м), состоящую из стальных колонн из двутавра № 40Ш1 и балок двутаврового сечения. Высота до низа несущих конструкций покрытия – 10,6 м; шаг колонн - 6 м.

Третий блок имеет размеры в осях 10-14/А-Б 16x6 м представляет собой однопролётную раму ( $L = 6$  м), состоящую из стальных колонн двутаврового сечения №25К1 и балок двутаврового сечения. Высота до низа конструкций покрытия – 5,04 м. шаг колонн – 4,5-6 м.

Четвертый блок имеет размеры в осях 12-14/В-Е 9x18 м представляет собой двухпролётную раму ( $L = 9$  м), состоящую из стальных колонн двутаврового сечения № 25К1 и балок двутаврового сечения и имеющую два этажа. Высота первого этажа – 4,82 м, второго – 5,18 м; шаг колонн – 4,5-6 м.

Пятый блок имеет размеры в осях 1-2/Г-Ж 6x18 м представляет собой однопролётную раму ( $L = 6$  м), состоящую из стальных колонн двутаврового сечения № 25К1 и балок двутаврового сечения и имеющую два этажа. Высота первого этажа - 4,82 м, второго - 4,68 м; шаг колонн – 6 м.

Шестой блок имеет размеры в осях 1-2/Ж1-Л 6x18 м представляет собой однопролётную раму ( $L = 6$  м), состоящую из стальных колонн двутаврового сечения №25К1 и балок двутаврового сечения. Высота до низа конструкций покрытия – 4,4 м; шаг колонн – 6 м.

Седьмой блок имеет размеры в осях 3-6/1 Л/1-П 23x12 м представляет собой двухпролётную раму ( $L = 12$  м), состоящую из стальных колонн

двутаврового сечения № 40Ш1 и балок двутаврового сечения и имеющую два этажа. Высота первого этажа – 3,65 м, второго – 6,93 м; шаг колонн – 5,0-6,0 м.

Восьмой блок имеет размеры в осях 7-11/П-Р 24х6 м представляет собой однопролётную раму ( $L = 6$  м), состоящую из стальных колонн двутаврового сечения №25К1 и балок двутаврового сечения. Высота до низа конструкций покрытия – 12,64 м; шаг колонн - 6 м.

В качестве стенового ограждения здания приняты трехслойные сэндвич-панели с минераловатным наполнителем толщиной 250 мм индустриального изготовления. Покрытие выполнено из профлиста по стальным прогонам, утеплитель минераловатный, кровля мягкая.

### Выбор марки стали

Руководствуясь таблицей В.1 СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции», для конструкций 1, 2 и 3 группы выбираем сталь марки С345 (расчётная температура района строительства  $t = - 49^{\circ}\text{C}$ ).

Расчетные характеристики стали С345 по [11, прил. В, табл. В4, В5]:  $R_y=340$  Н/мм<sup>2</sup> при толщине проката от 4-х до 10 мм включительно;  $R_{un} = 480$  Н/мм<sup>2</sup>;  $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 340 = 197,2$  Н/мм<sup>2</sup>;  $R_p = 468$  Н/мм<sup>2</sup>;

Нормируемые показатели по ударной вязкости:  $R_{yn} = 345$  Н/мм<sup>2</sup>, KCV= 34 Дж/см<sup>2</sup> при температуре испытаний  $t = - 20^{\circ}\text{C}$  [11, прил. В, табл. В.1]. Требования по химическому составу: содержание С не более 0,14%, Р не более 0,025%, S не более 0,025% [11, прил. В, табл. В.2].

## **2.1.1 Компоновка поперечной рамы**

### Вертикальные размеры в осях 3-7 (основной блок):

– полезная высота  $H_0$  (расстояние от уровня чистого пола (от отметки 0.000) до низа стропильной фермы);  $H_0 = H_1 + H_2 = 17750+580 = 18330$  мм;

– отметка низа подвесных путей кранового оборудования  $H_1$ ;  $H_1 = 17,75$  м;

– расстояние от уровня головки кранового рельса до низа фермы  $H_2$ ;  $H_2 = H_{cr} = 0,58$  м.  $H_{cr}$  – высота подвесных путей;

– полная длина колонны по оси 3  $H = H_0 + H_b + H_{фс} = 18330 + 900 + 2250 = 21480$  мм, где  $H_b$ - заглубление опорной плиты базы колонны ниже нулевой отметки, которое назначают так, чтобы верх базы не доходил до уровня чистого пола на 50-100 мм.  $H_b=0,9$  м;  $H_{фс}$  – высота стропильной фермы на опоре. Необходимо учитывать, так как стропильная ферма примыкает к колонне сбоку,  $H_{фс} = 2250$  мм;

– полная длина колонны по оси 7  $H = H_0 + H_b + H_{фс} + h_{ук} = 18330 + 900 + 2250 + 600 = 22080$  мм, где  $H_b$ - заглубление опорной плиты базы колонны ниже нулевой отметки, которое назначают так, чтобы верх базы не доходил до уровня чистого пола на 50-100 мм.  $H_b=0,9$  м;  $h_{ук}$  – высота изменения уклона конструкций покрытия;  $H_{фс}$  – высота стропильной фермы на опоре,  $H_{фс} = 2250$  мм;

– высота фермы на опоре  $H_{фс} = 2,25$  м.

Вертикальные размеры в осях 7-11 (основной блок):

- полезная высота  $H_0$  (расстояние от уровня чистого пола (от отметки 0.000) до низа стропильной фермы);  $H_0 = H_1 + H_2 = 16000 + 2330 = 18330$  мм;
- отметка головки кранового рельса  $H_1$ ;  $H_1 = 16,0$  м;
- расстояние от уровня головки кранового рельса до низа фермы  $H_2$ ;  $H_2 = H_{cr} + c + 100 = 2000 + 230 + 100 = 2330$  мм. Размер  $H_2$  включает в себя габаритный размер мостового крана по высоте  $H_{cr}$ , т.е. расстояние от головки кранового рельса до верхней точки тележки крана, допуск на изготовление крана 100 мм и зазор  $c = 230$  мм, который учитывает прогиб фермы и провисание связей по нижним поясам ферм;
- полная длина колонны по оси 7  $H = H_0 + H_b + H_{fc} + h_{ук} = 18330 + 900 + 2250 + 600 = 22080$  мм, где  $H_b$  - заглубление опорной плиты базы колонны ниже нулевой отметки, которое назначают так, чтобы верх базы не доходил до уровня чистого пола на 50-100 мм.  $H_b = 0,9$  м;  $h_{ук}$  – высота изменения уклона конструкций покрытия;  $H_{fc}$  – высота стропильной фермы на опоре,  $H_{fc} = 2250$  мм;
- длина верхней (надкрановой) части колонны  $H_v = H_2 + h_b + h_{rs} = 2330 + 2250 + 600 + 620 = 5700$  мм. Подкрановую балку принимаем высотой  $h_b = 500$  мм и подкрановый рельс КР 70 с  $h_{rs} = 120$  мм;
- длина нижней (подкрановой) части колонны  $H_n = H - H_v = 22080 - 5700 = 16380$  мм;
- высота фермы на опоре  $h_{го} = 2,25$  м.
- полная длина колонны по оси 11  $H = H_0 + H_b + H_{fc} = 18330 + 900 + 2250 = 21480$  мм, где  $H_b$  - заглубление опорной плиты базы колонны ниже нулевой отметки, которое назначают так, чтобы верх базы не доходил до уровня чистого пола на 50-100 мм.  $H_b = 0,9$  м;  $H_{fc}$  – высота стропильной фермы на опоре,  $H_{fc} = 2250$  мм;
- длина верхней (надкрановой) части колонны  $H_v = H_2 + h_b + h_{rs} = 2330 + 2250 + 620 = 5100$  мм. Подкрановую балку принимаем высотой  $h_b = 500$  мм и подкрановый рельс КР 70 с  $h_{rs} = 120$  мм;
- длина нижней (подкрановой) части колонны  $H_n = H - H_v = 21480 - 5100 = 16380$  мм;
- высота фермы на опоре  $h_{го} = 2,25$  м.

Горизонтальные размеры поперечника здания в осях 3-7 (основной блок):

- пролет здания  $L = 24$  м;
- пролет подвешенного крана  $L_{cr} = 18$  м;
- привязка наружной грани колонны к разбивочной оси 3  $a = 500$  мм;
- высоту колонны принимают из условия жесткости в пределах от  $1/20$  до  $1/30$   $H$  здания; в данном случае  $h_1$  находится в пределах от 0,716 м до 1,074 м. В первом приближении выбираем двутавр № 80Ш1,  $h_1 = 782$  мм;

Горизонтальные размеры поперечника здания в осях 7-11 (основной блок):

- пролет здания  $L = 24$  м;

- пролет мостового крана  $L_{cr} = 22$  м;
- привязка наружной грани колонны к разбивочной оси 7/11  $a = 250$  мм;
- высоту сечения верхней (надкрановой) части колонны из условия жесткости  $h_v \geq 1/12 H_v$ ;  $h_v = 1/12 \cdot 5700 = 475$  мм, принимаем  $h_v = 500$  мм (двутавр № 50Ш4).
- высоту сечения нижней (подкрановой) части колонны принимают равной расстоянию от наружной грани колонны до оси подкрановой ветви, т.е.  $h_n = a + \lambda = 250 + 1000 = 1250$  мм. Здесь  $\lambda = (L - L_{cr}) / 2 = (24000 - 22000) / 2 = 1000$  мм – расстояние между координационной осью и осью подкрановой балки.
- для обеспечения жесткости колонны в плоскости рамы назначаем  $h_n \geq 1/20 H$ ;  $1250$  мм  $> 1/20 \cdot 18330 > 1/20 \cdot 16380$  мм.

### 2.1.2 Обеспечение неизменяемости каркаса

Для обеспечения неизменяемости каркаса здания в компоновку конструктивной схемы включают вертикальные и горизонтальные связи. Они объединяют элементы каркаса в единую неизменяемую систему, создавая резерв несущей способности поперечных рам за счёт их совместной работы и обеспечения устойчивости их сжатых элементов.

Восприятие ветровых нагрузок, действующие на продольные и торцевые стены здания, а также тормозных инерционных воздействий от мостовых кранов осуществляется соответствующими системами связей. Связи влияют на поперечную и продольную жёсткость каркаса, создают условия для надёжного и удобного монтажа элементов.

К конструкциям связи крепятся на болтах класса точности В.

Связи проектируем в соответствии с указаниями СП 16.13330.2017. Маркировку осуществляем согласно ГОСТ 26047-2016.

Связи между колоннами необходимы для:

- обеспечения неизменяемости каркаса в продольном направлении;
- обеспечения устойчивости колонн в продольном направлении;
- восприятия ветровых нагрузок;

Связи между колоннами предусматриваем вдоль каждого ряда колонн посередине здания по всей высоте в осях 1-2, 3-11, 12-14 для того, чтобы не препятствовать температурным деформациям продольных элементов. Связи между колоннами пристроек проектируем из равнополочных уголков, в основном блоке – в виде связевых ферм из равнополочных уголков и швеллеров. Так же предусматриваются связи в основном блоке в крайних колоннах в надкрановой части.

Связи по верхним поясам стропильных ферм предназначены для того, чтобы:

- обеспечить пространственную жесткость покрытия;
- перераспределить усилия между смежными рамами;
- обеспечить устойчивость сжатых элементов покрытия;



- воспринять ветровые нагрузки, действующие на торцевые стены здания;
- создать условия для монтажа покрытия.

По торцам здания в осях В-Г, К-Л, М-Н размещаем крестовые связевые фермы, а в промежутках между ними развязку верхних поясов стропильных ферм осуществляем с помощью прогонов, выполненных из горячекатаных профилей.

В плоскости нижних поясов стропильных ферм поперечные связевые фермы совместно со связями по верхним поясам обеспечивают неизменяемость покрытия в целом и его жесткость. Поэтому предусматриваем связевые фермы в осях 3-4, В-Г, 6-8, К-Л, М-Н, 10-11 в плоскости нижних поясов стропильных ферм. Между поперечными связевыми фермами устраиваю растяжки по коньку и по осям стропильных ферм. Так как расчётная температура строительства ниже минус 45°С, предусмотрены вертикальные между поясами стропильных ферм в области коньковой стойки по всей длине здания по оси 3.

## 2.2 Постоянные и временные нагрузки, действующие на каркас

Постоянными нагрузками являются нагрузки от собственного веса всех конструкций: кровля, конструкции стропильных ферм, вертикальных и горизонтальных связей, колонн, стеновых панелей, прогонов, ригелей перекрытия и т.д. Коэффициент надёжности по нагрузке для собственного веса конструкций принят 1,05 [2].

Временными нагрузками являются климатические и сейсмические воздействия. Климатические условия района строительства:

- снеговой район – II;
- ветровой район – III;
- расчётная температура воздуха наиболее холодной пятидневки – минус 49 °С;
- сейсмичность района строительства – 8 баллов.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,99 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,0 = 0,99 \text{ кПа},$$

где  $S_g$  – вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, принимаем по в зависимости от снегового района Российской Федерации;

$c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра; для пологих покрытий (с уклоном до 12%) однопролетных и многопролетных зданий без фонарей.

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot V \cdot \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot b),$$

где  $k$  – принимается по;

$b$  – ширина покрытия, принимаемая не более 100 м;

$c_t$  – термический коэффициент;  
 $\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;  
 $S_g = 1,0$  кПа.

$$c_e = (1,2 - 0,1 \cdot V \cdot \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot b) = (1,2 - 0,1 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{0,86}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 54) = 0,99;$$

где  $V = 1,2$  м/с [2, прил. Ж];

$k = 0,86$  для типа местности В (коэффициент  $k$  подсчитан по линейной интерполяции для отметки 20,55 м);

$b = 54$  м;  $c_t = 1$ ;  $\mu = 1$ .

Постоянная нагрузка на покрытие от собственного веса, временные нагрузки на покрытия приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Сбор нагрузок на покрытие в осях 7-11

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_m$	Расчётная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
Кровля				
1	ПВХ-мембрана Repofol CV, 1,5 мм	0,016	1,2	0,019
2	Разделительный фильтрующий слой (геотекстиль), $\rho = 300$ кг/м <sup>3</sup> , 2 мм	0,006	1,2	0,007
3	Минераловатные плиты ТЕХНОНИКОЛЬ, $\rho = 100$ кг/м <sup>3</sup> , 250 мм	0,250	1,2	0,300
4	Пароизоляционная мембрана, $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> , 0,01 мм	0,177	1,3	0,230
<b>Итого:</b>		<b>0,449</b>		<b>0,556</b>
Ограждающие конструкции				
1	Стальной профилированный настил, $\rho = 7850$ кг/м <sup>3</sup> , 6 мм	0,085	1,05	0,089
<b>Общая нагрузка:</b>		<b>0,534</b>		<b>0,645</b>
Несущие конструкции				
1	Прогоны прокатные пролётом 6 м, $m = 21,0$ кг/м	0,069	1,05	0,072
2	Стропильная ферма	0,300	1,05	0,315
3	Связи	0,040	1,05	0,042
<b>Итого:</b>		<b>0,409</b>		<b>0,429</b>
<b>Общая нагрузка:</b>		<b>0,943</b>		<b>1,020</b>
Временная нагрузка				
1	Снеговая нагрузка	0,990	1,4	1,386

## Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5
2	Равномерно распределённая временная нагрузка на покрытия [2]	0,700	1,3	0,910
<b>Итого:</b>		<b>1,690</b>		<b>2,296</b>
<b>Общая нагрузка:</b>		<b>2,633</b>		<b>3,682</b>

### 2.3 Расчёт прогона

Проектируем прогон из прокатного швеллера №22; шаг прогона – 3 м; пролет прогона  $l_{pr} = 6,0$  м; материал прогона – сталь С345; группа конструкций 3, расчетная температура района строительства  $t = -49$  °С.

Расчетные характеристики стали С345 по [11, прил. В, табл. В4, В5]:  $R_y = 340$  Н/мм<sup>2</sup> при толщине проката от 4-х до 10 мм включительно;  $R_{un} = 480$  Н/мм<sup>2</sup>;  $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 340 = 197,2$  Н/мм<sup>2</sup>;  $R_p = 468$  Н/мм<sup>2</sup>;

Нормируемые показатели по ударной вязкости:  $R_{yn} = 345$  Н/мм<sup>2</sup>, KCV = 34 Дж/см<sup>2</sup> при температуре испытаний  $t = -20$  °С [11, прил. В, табл. В.1]. Требования по химическому составу: содержание С не более 0,14%, Р не более 0,025%, S не более 0,025% [11, прил. В, табл. В.2].

Вертикальный предельный прогиб прогона  $f_u = l_{pr}/200$ . [11, прил. Е2].

Нормативная нагрузка на 1 п.м. прогона:

$$q_{n,pr} = \left( \frac{q_{n,r}}{\cos\alpha} + S_0 + q_{вр} \right) \cdot b + P_{pr}^{CB} \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = \left( \frac{0,534}{1} + 0,99 + 0,7 \right) \cdot 3 + 21,0 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 6,88 \frac{\text{кН}}{\text{м}},$$

где  $q_{n,r} = 0,016 + 0,006 + 0,25 + 0,177 + 0,085 = 0,534$  кН/м<sup>2</sup> – нормативная нагрузка на прогон покрытия;

$\alpha$  – угол наклона кровли к горизонту. При уклонах кровли  $i < 1/8$  можно принимать  $\cos\alpha \approx 1$ ; в рассматриваемом случае  $i = 2,5\%$ , что меньше  $1/8$ ;

$S_0$  – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия,  $S_0 = 0,99$  кН/м<sup>2</sup>;

$b = 3$  м – шаг прогона;

$q_{вр}$  – равномерно распределённая временная нагрузка на покрытие;

$P_n^{CB}$  – линейная плотность швеллера №22.

Расчетная нагрузка на прогон:

$$q_{pr} = \left( \frac{q_{n,r}}{\cos\alpha} + S_0 \cdot \gamma_{f1} + q_{вр} \cdot \gamma_{f3} \right) \cdot b + P_{pr}^{CB} \cdot \gamma_{f2} = \left( \frac{0,534}{1} + 0,99 \cdot 1,4 + 0,7 \cdot 1,3 \right) \cdot 3 + 21,0 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot 1,05 = 8,70 \text{ кН/м}$$

где  $\gamma_{f1} = 1,4$ ;  $\gamma_{f2} = 1,05$ ;  $\gamma_{f3} = 1,3$  – коэффициенты надежности.

Статический расчет прогона (рисунок 2.1):

$$q_{pr} = 8,70 \text{ кН/м.}$$

$$M_{max} = \frac{q_{pr} \cdot l_{pr}^2}{8} = \frac{8,70 \cdot 6,0^2}{8} = 39,15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{max} = \frac{q_{pr} \cdot q_{pr}}{2} = \frac{8,70 \cdot 6,0}{2} = 26,10 \text{ кН.}$$

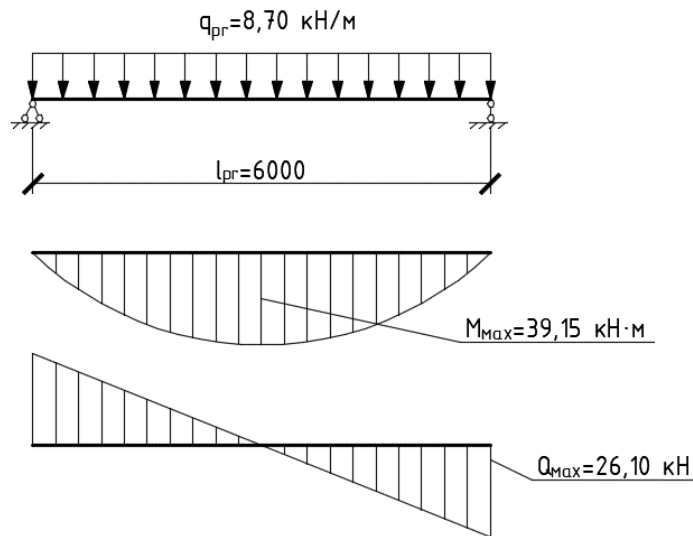


Рисунок 2.1 – Расчётная схема прогона

Конструктивный расчет прогона:

В общем случае, прогоны, расположенные на скате кровли, работают на изгиб в двух плоскостях. Составляющие нагрузки на прогон (рисунок 2.2).

$$q_x = q_{pr} \cdot \cos \alpha; \quad q_y = q_{pr} \cdot \sin \alpha.$$

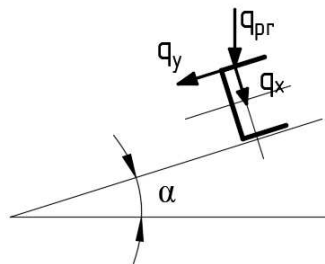


Рисунок 2.2 – Нагрузка на прогон

Рассмотрим частный случай, когда профилированный настил крепится к прогонам жестко. В данном случае будем считать, что профилированный настил

прикреплен к прогонам самонарезающими болтами  $d = 6$  мм и соединен между собой комбинированными заклепками.

В этом случае скатная составляющая нагрузки будет восприниматься самим полотнищем кровли и прогоны можно будет рассчитывать только на нагрузку  $q_x$ .

Проверка несущей способности прогона

Проверим прочность прогона:

– в сечениях с  $M = M_{\max}$  и  $Q = 0$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_{xn}} = \frac{39,15 \cdot 10^3}{192} = 203,91 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 340 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2};$$

– в сечениях с  $Q = Q_{\max}$  и  $M = 0$

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{26,10 \cdot 110,0 \cdot 10^2}{2110 \cdot 5,4} = 25,19 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_s \cdot \gamma_c = 197,2 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Устойчивость прогона можно считать обеспеченной, так как имеет место передачи нагрузки на прогон через профилированный настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс прогона и связанный с ним самонарезающими болтами.

Местная устойчивость прокатных профилей не проверяется, так как она обеспечена соотношением их размеров, назначенных с учетом устойчивости работы при различных напряженных состояниях.

Проверка деформативности (жесткости) прогонов относится ко второй группе предельных состояний и направлена на предотвращение условий, затрудняющих их нормальную эксплуатацию, то есть максимальный прогиб прогона  $f_{\max}$  не должен превышать предельных значений  $f_u$ , установленных нормами проектирования [11, табл. Е.1];  $f_{\max}$  следует определять от нормативных нагрузок.

Для прогона:

$$f_{\max} = \frac{M_{n,\max} \cdot l_{pr}^2}{10 \cdot EI_x} = \frac{30,96 \cdot 10^2 \cdot 6,0^2 \cdot 10^4}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^{-1} \cdot 2110} = 2,56 \text{ см} < f_u = \frac{l_{pr}}{200} = \frac{6,0 \cdot 10^2}{200} = 3 \text{ см},$$

где  $M_{n,\max} = \frac{q_{n,pr} \cdot l_{pr}^2}{8} = \frac{6,88 \cdot 6,0^2}{8} = 30,96 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

Жесткость прогона обеспечена. Окончательно принимаем швеллер № 22.

## 2.4 Расчет и конструирование стропильной фермы покрытия

Проектируем стропильную ферму пролетом 24 м. Высота фермы на опоре 2250 мм. Сечение элементов фермы – составной тавр из равнополочных уголков.

Ферма с параллельными поясами. Уклон верхнего и нижнего поясов 2,5%. Решетка ферм – треугольная с дополнительными стойками.

Материал фермы – сталь С345 по ГОСТ 27772-88\* [1, прил. В, табл. В.1]; группа конструкций 2, расчетная температура района строительства  $t = -49\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; показатели по ударной вязкости и химическому составу [11, прил. В, табл. В.2, В.3].

Расчетные характеристики стали С345 по [11, прил. В, табл. В4, В5]:  $R_y=340\text{ Н/мм}^2$  при толщине проката от 4-х до 10 мм включительно;  $R_{un} = 480\text{ Н/мм}^2$ ;  $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 340 = 197,2\text{ Н/мм}^2$ ;  $R_p = 468\text{ Н/мм}^2$ ;

Нормируемые показатели по ударной вязкости:  $R_{yn} = 345\text{ Н/мм}^2$ ,  $KCV=34\text{ Дж/см}^2$  при температуре испытаний  $t = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  [11, прил. В, табл. В.1]. Требования по химическому составу: содержание С не более 0,14%, Р не более 0,025%, S не более 0,025% [11, прил. В, табл. В.2].

Сварка элементов колонны – механизированная дуговая (МДС $\text{CO}_2$ ), сварочная проволока Св-08А [11, прил. Г, табл. Г.1].

Расчетная нагрузка на 1 пог.м стропильной фермы:

- постоянная  $q_1 = 6,12\text{ кН/м}$ ;
- снеговая  $P = 8,32\text{ кН/м}$ .

Нагрузка на узел стропильной фермы:

- постоянная  $F_{q1} = q_1 \cdot 3 = 6,12 \cdot 3 = 18,36\text{ кН}$ ;
- снеговая  $F_P = P \cdot 3 = 8,32 \cdot 3 = 24,96\text{ кН}$ .

Расчетная схема фермы представлена на рисунке 2.3.

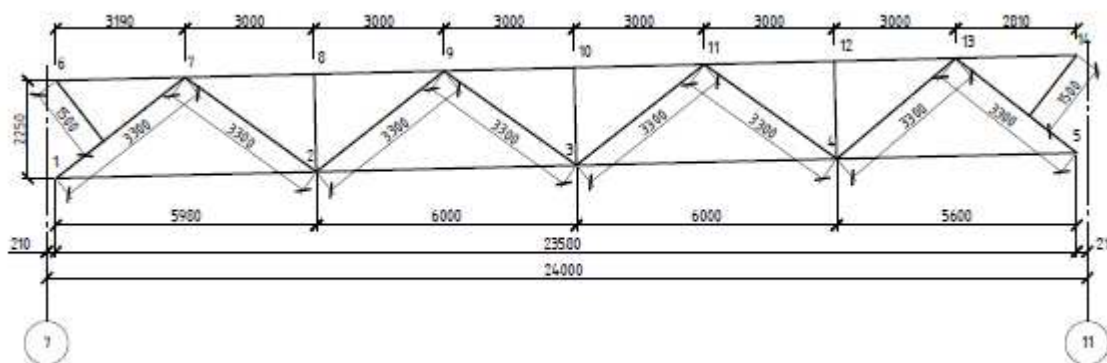


Рисунок 2.3 – Расчётная схема стропильной фермы

#### 2.4.1 Определение усилий в стержнях фермы

Так как ферма шарнирно сопряжена с колонной и является статически неопределимой конструкцией, то для расчёта его отделяют от колонн и рассматривают как статически определимую балочную ферму под воздействием внешних нагрузок.

Результаты статического расчёта стропильной фермы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Усилия в стержнях стропильной фермы от постоянной и снеговой нагрузки.

Элементы фермы	Стержень	Усилия от $F_1 = 1$ кН	Усилия от $F_q = 18,36$ кН	Усилия от $F_p = 24,96$ кН	Расчётные усилия	
					растяжение	сжатие
1	2	3	4	5	6	7
Верхний пояс	6-7	0	0	0		0
	7-8	-5,44	-98,90	-135,78		-234,68
	8-9	-5,44	-98,90	-135,78		-234,68
	9-10	-7,36	-133,81	-184,71		-317,52
Нижний пояс	1-2	3,06	55,63	76,38	132,01	
	2-3	6,86	124,72	171,23	295,95	
Раскосы	1-7	-4,65	-84,54	-116,06		-200,60
	2-7	3,45	62,72	86,11	148,83	
	2-9	-2,07	-37,63	-51,67		-89,30
	3-9	0,69	12,54	17,22	29,76	
Стойки	2-8	-1,0	-18,18	-24,96		-43,14
	3-10	-1,0	-18,18	-24,96		-43,14

#### 2.4.2 Подбор сечений стержней фермы

Для подбора сечений стержней фермы необходимо знать:

– расчётные длины стержней фермы в плоскости и из плоскости фермы:

верхний пояс  $l_{ef,x} = l = 3000$  мм;  $l_{ef,y} = l = 3000$  мм;

нижний пояс  $l_{ef,x} = l = 6000$  мм;  $l_{ef,y} = l = 6000$  мм;

опорный раскос  $l_{ef,x} = l/2 = 3300/2 = 1650$  мм;  $l_{ef,y} = 3300$  мм;

прочие элементы решетки  $l_{ef,x} = 0,8 \cdot l$ ;  $l_{ef,y} = l$ ;

– предельные гибкости стержней фермы  $[\lambda]$ :

$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha$  – для сжатых элементов, кроме элементов решетки;

$[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha$  – для элементов решетки, кроме опорного раскоса;

Так как ферма 24 м, то сечения поясов подбирают один раз по наибольшему усилию в поясе.

Для предотвращения повреждений стержней при транспортировке и монтаже, а также из условия обеспечения качества сварки и повышения коррозионной стойкости, минимальный профиль уголков для ферм назначают: равнополочных – 50x5 мм, неравнополочных – 63x40x5 мм.

Принимаем толщину фасонки  $t_f = 8$  мм, так как максимальное усилие в опорном раскосе  $N = -200,60$  кН.

##### Верхний пояс:

$N = -317,52$  кН.

1) Определяем расчетные длины в плоскости и из плоскости фермы.

$l_{ef,x} = 300$  см;  $l_{ef,y} = 300$  см.

2) Подсчитываем требуемую площадь сечения из условия обеспечения его устойчивости.

$$A_{\text{req}} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{317,52 \cdot 10}{2 \cdot 0,9 \cdot 340 \cdot 1} = 5,19 \text{ см}^2,$$

где  $N$  – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса,  $\varphi$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии в первом приближении, равный 0,7...0,9.

3) По сортаменту принимаем  $\perp 140 \times 90 \times 10$  и выписываем его геометрические характеристики:

$$A = 22,24 \text{ см}^2; \quad i_x = 2,56 \text{ см}; \quad i_y = 6,69 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{\text{ef},x}}{i_x} = \frac{300}{2,56} = 116,28; \quad \bar{\lambda}_{x1} = 116,28 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 4,72;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{ef},y}}{i_y} = \frac{300}{6,69} = 44,84; \quad \bar{\lambda}_{y1} = 44,84 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,82.$$

4) По большей из гибкостей определяем коэффициент  $\varphi$ .

Так как условная гибкость  $\bar{\lambda}_x = 4,72$ , то  $\varphi_{\text{факт}}$  согласно [11, прил. И, табл. И1, табл. И2] будет находиться в пределах [0,328; 0,308]. Для точного нахождения  $\varphi_{\text{факт}}$  применим интерполяцию.

$$\varphi_{\text{факт}} = 0,3160.$$

5) Проверяем устойчивость выбранного сечения:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\text{ф}} \cdot A^2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{317,52 \cdot 10}{0,3160 \cdot 2 \cdot 22,24 \cdot 340 \cdot 1} = 0,66 \leq 1.$$

Устойчивость обеспечена.

6) Определим предельную гибкость стержня.

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,66 = 140,40;$$

7) Сравним предельную гибкость с фактической.

$$\lambda_x \leq [\lambda]; \quad 116,28 \leq 140,40.$$

8) Определим нормальные напряжения, возникающие в стержне.



$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\text{факт}} \cdot A_{\text{факт}}} = \frac{317,52 \cdot 10}{0,3160 \cdot 2 \cdot 22,24} = 225,9 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 340 \text{ Н/мм}^2$$

Устойчивость и гибкость стержня верхнего пояса обеспечена, окончательно принимаем  $\perp 140 \times 90 \times 10$ .

### **Нижний пояс:**

$$N = -295,95 \text{ кН.}$$

1) Определяем расчетные длины в плоскости и из плоскости фермы.

$$l_{\text{ef},x} = 600 \text{ см; } l_{\text{ef},y} = 600 \text{ см.}$$

2) Подсчитываем требуемую площадь сечения из условия обеспечения его устойчивости.

$$A_{\text{req}} = \frac{N}{2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{295,95 \cdot 10}{2 \cdot 340 \cdot 1} = 4,35 \text{ см}^2,$$

где  $N$  – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса.

3) По сортаменту принимаем  $\perp 90 \times 56 \times 6$  и выписываем его геометрические характеристики:

$$A = 8,54 \text{ см}^2; \quad i_x = 1,58 \text{ см; } \quad i_y = 4,42 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{\text{ef},x}}{i_x} = \frac{600}{1,58} = 379,75 \leq [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{ef},y}}{i_y} = \frac{600}{4,42} = 135,75 \leq [\lambda] = 400.$$

5) Проверим прочность стержня.

$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{факт}}} = \frac{295,95 \cdot 10}{2 \cdot 8,54} = 173,27 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 340 \text{ Н/мм}^2$$

Прочность и гибкость стержня нижнего пояса обеспечена, окончательно принимаем  $\perp 90 \times 56 \times 6$ .

### **Раскосы:**

#### **1-7:**

$$N = -200,60 \text{ кН.}$$

1) Определяем расчетные длины в плоскости и из плоскости фермы.

$$l_{\text{ef},x} = 0,5 \cdot 330 = 165 \text{ см; } l_{\text{ef},y} = 330 \text{ см.}$$

2) Подсчитываем требуемую площадь сечения из условия обеспечения его устойчивости.

$$A_{\text{req}} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{200,60 \cdot 10}{2 \cdot 0,9 \cdot 340 \cdot 1} = 3,28 \text{ см}^2,$$

где  $N$  – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса,  $\varphi$  – коэффициент устойчивости при центральной сжатии в первом приближении, равный  $0,7 \dots 0,9$ .

3) По сортаменту принимаем  $\perp 90 \times 56 \times 8$  и выписываем его геометрические характеристики:

$$A = 11,18 \text{ см}^2; \quad i_x = 1,56 \text{ см}; \quad i_y = 4,42 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{\text{ef},x}}{i_x} = \frac{165}{1,56} = 105,77; \quad \bar{\lambda}_{x1} = 105,77 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 4,29;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{ef},y}}{i_y} = \frac{330}{4,42} = 74,66; \quad \bar{\lambda}_{y1} = 74,66 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,03.$$

4) По большей из гибкостей определяем коэффициент  $\varphi$ .

Так как условная гибкость  $\bar{\lambda}_x = 4,29$ , то  $\varphi_{\text{факт}}$  согласно [11, прил. И, табл. И1, табл. И2] будет находиться в пределах  $[0,375; 0,351]$ . Для точного нахождения  $\varphi_{\text{факт}}$  применим интерполяцию.

$$\varphi_{\text{факт}} = 0,3642.$$

5) Проверяем устойчивость выбранного сечения:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\text{факт}} \cdot A^2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{200,60 \cdot 10}{0,3642 \cdot 2 \cdot 11,18 \cdot 340 \cdot 1} = 0,72 \leq 1.$$

Устойчивость обеспечена.

6) Определим предельную гибкость стержня.

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,72 = 136,80;$$

7) Сравним предельную гибкость с фактической.

$$\lambda_x \leq [\lambda]; \quad 105,77 \leq 136,80.$$

8) Определим нормальные напряжения, возникающие в стержне.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\text{факт}} \cdot A_{\text{факт}}} = \frac{200,60 \cdot 10}{0,3642 \cdot 2 \cdot 11,18} = 246,33 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 340 \text{ Н/мм}^2$$

Устойчивость и гибкость стержня раскоса обеспечена, окончательно принимаем  $\perp 90 \times 56 \times 8$ .

2 – 7:

$$N = 148,83 \text{ кН.}$$

1) Определяем расчетные длины в плоскости и из плоскости фермы.

$$l_{ef,x} = 330 \cdot 0,8 = 264 \text{ см; } l_{ef,y} = 330 \text{ см.}$$

2) Подсчитываем требуемую площадь сечения из условия обеспечения его устойчивости.

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{148,83 \cdot 10}{2 \cdot 340 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 3,04 \text{ см}^2,$$

где  $N$  – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса,  $\varphi$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии в первом приближении, равный  $0,7 \dots 0,9$ .

3) По сортаменту принимаем  $\perp 50 \times 5$  и выписываем его геометрические характеристики:

$$A = 4,80 \text{ см}^2; \quad i_x = 1,53 \text{ см; } \quad i_y = 2,38 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{264}{1,53} = 172,55 \leq [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{330}{2,38} = 138,66 \leq [\lambda] = 400.$$

4) Проверим прочность стержня.

$$\sigma = \frac{N}{A_{факт}} = \frac{148,83 \cdot 10}{2 \cdot 4,80} = 155,03 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ Н/мм}^2$$

Прочность и гибкость стержня раскоса обеспечена, окончательно принимаем  $\perp 50 \times 5$ .

2 – 9:

$$N = -89,30 \text{ кН.}$$

1) Определяем расчетные длины в плоскости и из плоскости фермы.

$$l_{ef,x} = 330 \cdot 0,8 = 264 \text{ см; } l_{ef,y} = 330 \text{ см.}$$

2) Подсчитываем требуемую площадь сечения из условия обеспечения его устойчивости.

$$A_{\text{req}} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{89,30 \cdot 10}{2 \cdot 0,9 \cdot 340 \cdot 0,8} = 1,82 \text{ см}^2,$$

где  $N$  – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса,  $\varphi$  – коэффициент устойчивости при центральной сжатии в первом приближении, равный  $0,7 \dots 0,9$ .

3) По сортаменту принимаем  $\perp 70 \times 6$  и выписываем его геометрические характеристики:

$$A = 8,15 \text{ см}^2; \quad i_x = 2,15 \text{ см}; \quad i_y = 3,18 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{\text{ef},x}}{i_x} = \frac{264}{2,15} = 122,79; \quad \bar{\lambda}_{x1} = 122,79 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 5,00;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{ef},y}}{i_y} = \frac{330}{3,18} = 103,77; \quad \bar{\lambda}_{y1} = 103,77 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 4,20.$$

4) По большей из гибкостей определяем коэффициент  $\varphi$ .

Так как условная гибкость  $\bar{\lambda}_x = 5,00$ , то  $\varphi_{\text{факт}}$  согласно [11, прил. И, табл. И1, табл. И2] будет равен  $0,2890$

5) Проверяем устойчивость выбранного сечения:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\text{факт}} \cdot A^2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{89,30 \cdot 10}{0,2890 \cdot 2 \cdot 8,15 \cdot 340 \cdot 0,8} = 0,70 \geq 1.$$

Устойчивость обеспечена.

6) Определим предельную гибкость стержня.

$$[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,70 = 168,00;$$

7) Сравним предельную гибкость с фактической.

$$\lambda_x \leq [\lambda]; \quad 122,79 \leq 168,00.$$

Устойчивость обеспечена.

8) Определим нормальные напряжения, возникающие в стержне.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\text{факт}} \cdot A_{\text{факт}}} = \frac{89,30 \cdot 10}{0,2890 \cdot 2 \cdot 8,15} = 189,57 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ Н/мм}^2$$

Устойчивость и гибкость стержня раскоса обеспечена, окончательно принимаем  $\perp 70 \times 6$ .

### 3 – 9:

$$N = 29,76 \text{ кН.}$$

1) Определяем расчетные длины в плоскости и из плоскости фермы.

$$l_{ef,x} = 330 \cdot 0,8 = 264 \text{ см; } l_{ef,y} = 330 \text{ см.}$$

2) Подсчитываем требуемую площадь сечения из условия обеспечения его устойчивости.

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{29,76 \cdot 10}{2 \cdot 340 \cdot 0,8} = 0,55 \text{ см}^2,$$

где  $N$  – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса.

3) По сортаменту принимаем  $\perp 50 \times 5$  и выписываем его геометрические характеристики:

$$A = 4,80 \text{ см}^2; \quad i_x = 1,53 \text{ см; } \quad i_y = 2,38 \text{ см.}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{264}{1,53} = 172,55 \leq [\lambda] = 400;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{330}{2,38} = 138,66 \leq [\lambda] = 400.$$

4) Проверим прочность стержня.

$$\sigma = \frac{N}{A_{факт}} = \frac{29,76 \cdot 10}{2 \cdot 4,80} = 31,00 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ Н/мм}^2$$

Прочность и гибкость стержня раскоса обеспечена, окончательно принимаем  $\perp 50 \times 5$ .

### Стойки:

$$N = -43,14 \text{ кН.}$$

1) Определяем расчетные длины в плоскости и из плоскости фермы.

$$l_{ef,x} = 225 \cdot 0,8 = 180 \text{ см; } l_{ef,y} = 225 \text{ см.}$$

2) Подсчитываем требуемую площадь сечения из условия обеспечения его устойчивости.

$$A_{req} = \frac{N}{2 \cdot \varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{43,14 \cdot 10}{2 \cdot 0,9 \cdot 340 \cdot 0,8} = 0,88 \text{ см}^2,$$

где  $N$  – максимальное усилие среди стержней верхнего пояса,  $\varphi$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии в первом приближении, равный  $0,7 \dots 0,9$ .

3) По сортаменту принимаем  $\perp 50 \times 5$  и выписываем его геометрические характеристики:

$$A = 4,80 \text{ см}^2; i_x = 1,53 \text{ см}; i_y = 2,38 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{180}{1,53} = 117,65; \bar{\lambda}_{x1} = 117,65 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 4,77;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{225}{2,38} = 94,54; \bar{\lambda}_{y1} = 94,54 \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,83.$$

4) По большей из гибкостей определяем коэффициент  $\varphi$ .

Так как условная гибкость  $\bar{\lambda}_x = 4,77$ , то  $\varphi_{\text{факт}}$  согласно [11, прил. И, табл. И1, табл. И2] будет находиться в пределах [0,328; 0,308]. Для точного нахождения  $\varphi_{\text{факт}}$  применим интерполяцию.

$$\varphi_{\text{факт}} = 0,3110$$

5) Проверяем устойчивость выбранного сечения:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\text{факт}} \cdot A^2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{43,14 \cdot 10}{0,3110 \cdot 2 \cdot 4,80 \cdot 340 \cdot 0,8} = 0,53 \geq 1.$$

Устойчивость обеспечена.

6) Определим предельную гибкость стержня.

$$[\lambda] = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,53 = 178,2;$$

7) Сравним предельную гибкость с фактической.

$$\lambda_x \leq [\lambda]; \quad 117,65 \leq 178,2.$$

8) Определим нормальные напряжения, возникающие в стержне.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\text{факт}} \cdot A_{\text{факт}}} = \frac{43,14 \cdot 10}{0,311 \cdot 2 \cdot 4,80} = 144,50 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ Н/мм}^2$$

Устойчивость и гибкость стержней стойки обеспечена, окончательно принимаем  $\perp 50 \times 5$ .

Сечение стержней фермы представлены в таблице 2.4.

### 2.4.3 Расчет и конструирование узлов фермы

Конструирование узлов производится в следующем порядке:

- ставится точка и через эту точку проводятся осевые линии элементов, проходящие через центр тяжести и сходящиеся в узле;
- привязывают поясные уголки к осевым линиям;
- наносят контуры стержней решетки, привязывая их к осевым линиям, при этом расстояние от обушка до центра тяжести уголка округляют и принимают кратным 5мм;
- рез стержней проводят нормально к осевым линиям;
- стержни не доводят до поясов на расстояние  $a = 6t_f - 20\text{мм}$ ,  $a \leq 80\text{мм}$ ;
- подсчитывают длины сварных швов, крепящих элементы фермы в узле и определяют требуемые размеры фасонки.

#### Опорные узлы

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017.

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$ .

Коэффициент условий работы 1.

Сталь С345 категория 3.

Заводская сварка.

Автоматическая и полуавтоматическая при диаметре сварной проволоки не менее 1.4-2.0 мм.

Положение шва – нижнее.

Таблица 2.3 - Элементы узла

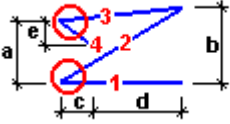















		$a = 2,25 \text{ м}$ $b = 2,25 \text{ м}$ $c = 1,5 \text{ м}$ $d = 3,5 \text{ м}$ $e = 1,1 \text{ м}$
Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L90x56x6 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L90x56x8 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
3		L140x90x10 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
4		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Таблица 2.4 – Сечения стержней фермы

Элемент фермы	Стержень	L, см	Расчётное усилие, кН		Сечение	Площадь A, см <sup>2</sup>	Расчётные длины, см		Радиусы инерции, см		Гибкости $\lambda$			$\varphi_{min}$	$\gamma_c$	$R_y \gamma_c$	Проверка сечения				
			растяжение	сжатие			$l_{efx}$	$l_{efy}$	$i_x$	$i_y$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$[\lambda]$				прочность, МПа	устойчивость, МПа			
Верхний пояс	6-7	319	-	-		22,24				2,56	6,69	125,00	47,83	400	-	1	340	-	-		
	7-8	300	-	-234,68								300	300	116,28	44,84			140,4	0,316	-	166,94
	8-9	300	-	-234,68								300	300	116,28	44,84			140,4	0,316	-	166,94
	9-10	300	-	-317,52								300	300	116,28	44,84			140,4	0,316	-	225,90
	10-11	300	-	-317,52								300	300	116,28	44,84			140,4	0,316	-	225,90
	11-12	300	-	-234,68								300	300	116,28	44,84			140,4	0,316	-	166,94
	12-13	300	-	-234,68								300	300	116,28	44,84			140,4	0,316	-	166,94
	13-14	281	-	-								280	280	109,38	41,85			400	-	-	-
Нижний пояс	1-2	598	132,01	-		8,54			1,58	4,42	379,75	135,8	400	0,364	1	340	173,27	-			
	2-3	600	295,95	-							600	600	379,75	135,8			400	0,364	173,27	-	
	3-4	600	295,95	-							600	600	379,75	135,8			400	0,364	173,27	-	
	4-5	560	132,01	-							600	600	379,75	135,8			400	0,364	173,27	-	
Раскосы	1-7	330	-	-200,60		8,54	165	330	1,56	4,42	105,77	74,66	136,8	0,364	1	340	-	246,33			
	2-7	330	148,83	-		4,80	264	330	1,53	2,38	172,55	138,7	400	-	0,8	272	155,03	-			
	2-9	330	-	-89,30		8,15	264	330	2,15	3,18	122,79	103,8	168,0	0,289	0,8	272	-	189,57			
	3-9	330	29,76	-		4,80	264	330	1,53	2,38	117,65	138,7	400	-	0,8	272	31,00	-			
	3-11	330	29,76	-		4,80	264	330	1,53	2,38	117,65	138,7	400	-	0,8	272	31,00	-			
	4-11	330	-	-89,30		8,15	264	330	2,15	3,18	122,79	103,8	168,0	0,289	0,8	272	-	189,57			
	4-13	330	148,83	-		4,80	264	330	1,53	2,38	172,55	138,7	400	-	0,8	272	155,03	-			
	5-13	330	-	-200,60		8,54	165	330	1,56	4,42	105,77	74,66	136,8	0,364	1	340	-	246,33			
Стойки	2-8	225	-	-44,13		4,80	180	225	1,53	2,38	117,65	94,54	178,2	0,311	0,8	272	-	144,50			
	3-10	225	-	-44,13	180		225	117,65			94,54	178,2	0,311	0,8	272	-	144,50				
	4-12	225	-	-44,13	180		225	117,65			94,54	178,2	0,311	0,8	272	-	144,50				



Толщина фасонки  $t = 8$  мм

Таблица 2.5 – Конструкция узлов

	<p> <math>b = 230</math> мм    <math>a = 20</math> мм  <math>b_1 = 350</math> мм    <math>a_n = 10</math> мм  <math>b_v = 190</math> мм    <math>c_1 = 150</math> мм  <math>b_n = 190</math> мм    <math>c_2 = 52</math> мм  <math>h_1 = 235</math> мм    <math>c_3 = 50</math> мм  <math>h_v = 235</math> мм    <math>c_4 = 281</math> мм  <math>h_n = 440</math> мм    <math>c_5 = 52</math> мм  <math>c_6 = 50</math> мм  <math>c_7 = 150</math> мм  <math>t_1 = 8</math> мм  <math>t_v = 20</math> мм  <math>t_n = 20</math> мм  <math>s = 98</math> мм  <math>d_v = 50</math> мм  <math>d_n = 45</math> мм         </p>
--	--

Таблица 2.6 - Сварные швы

Швы (мм)	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Катет	7	7	9	9	9	9	6	6	9	9
Длина	70	70	80	50	50	50	50	50	235	70

Таблица 2.7 – Усилия в элементах узла

N <sub>1</sub> , кН	N <sub>2</sub> , кН	N <sub>3</sub> , кН	N <sub>4</sub> , кН
1	2	3	4
132,01	-200,6	0	0

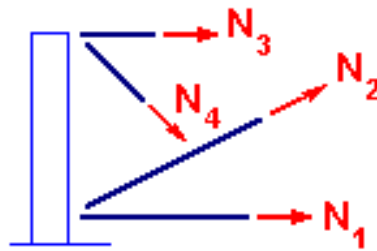


Рисунок 2.4 – Схема усилий в опорных узлах

Таблица 2.8 - Результаты расчета по комбинациям загрузений

Проверено по СНИП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.14.2.9, (186), (187), п.14.2.10, (189)	Прочность болтов нижнего пояса на срез и смятие	0,469
п.14.2.9, (188), п.14.2.10, (189)	Прочность болтов нижнего пояса на растяжение	0,083

Окончание таблицы 2.8

1	2	3
п.8.2.1, (41)	Прочность фланца нижнего пояса на изгиб	0,028
п.8.5.17, п.7.1.1, (5)	Прочность фланца нижнего пояса на смятие	0,068
п.14.1.16, (176), (177), п.14.1.17, (178), (179), п.14.1.19, (182), (183)	Прочность сварного соединения фланца с фасонкой нижнего пояса	0,231
	Прочность материала опоры на локальное смятие	0

Коэффициент использования 0,469 - Прочность болтов нижнего пояса на срез и смятие.

**Узел 2,4**

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017.

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$ .

Коэффициент условий работы 1.

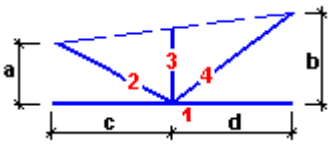




Сталь С345 категория 3.

Заводская сварка.

Автоматическая и полуавтоматическая при диаметре сварной проволоки не менее 1.4-2.0 мм.

Положение шва – нижнее.

Таблица 2.9 - Элементы узла

		$a = 2,25 \text{ м}$ $b = 2,25 \text{ м}$ $c = 6 \text{ м}$ $d = 6 \text{ м}$
Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L90x56x6 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
3		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
4		L70x6 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки  $t = 10 \text{ мм}$

Таблица 2.10 – Конструкция узлов

	$b = 860 \text{ мм}$ $b_L = 415 \text{ мм}$ $h = 215 \text{ мм}$ $a = 20 \text{ мм}$ $c_3 = 52 \text{ мм}$ $c_4 = 50 \text{ мм}$ $c_5 = 52 \text{ мм}$ $c_L = 321 \text{ мм}$ $c_R = 337 \text{ мм}$
--	--

Таблица 2.11 - Сварные швы

Швы (мм)	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Катет	7	7	6	6	6	6	7	7
Длина	90	50	80	50	50	50	60	50

Таблица 2.12 – Усилия в элементах узла

N <sub>1</sub> , кН	N <sub>2</sub> , кН	N <sub>3</sub> , кН	N <sub>4</sub> , кН	N <sub>5</sub> , кН
1	2	3	4	5
132,01	295,95	148,83	-44,13	-98,3

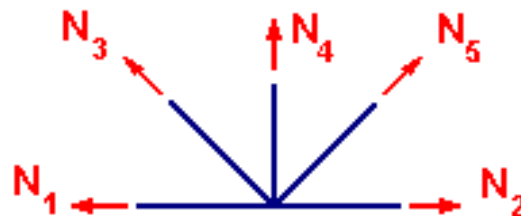


Рисунок 2.5 – Схема усилий в элементах узлов 2,4

Таблица 2.13 - Результаты расчета по комбинациям загрузжений

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обухе поясного уголка	0,75
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере поясного уголка	0,445
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обухе поясного уголка	0,534
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере поясного уголка	0,316

Окончание таблицы 2.13

1	2	3
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,843
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,468
п.14.1.16, (177)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,6
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,333
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки	0,244
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка стойки	0,097
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка стойки	0,174
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка стойки	0,069
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса	0,674
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка правого раскоса	0,323
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка правого раскоса	0,48
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка правого раскоса	0,23

Коэффициент использования 0,843 - Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса.

**Узел 7,13**

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017.

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$ .

Коэффициент условий работы 1.

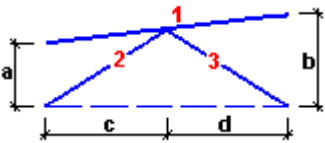
Сталь С345 категория 3.

Заводская сварка.




Автоматическая и полуавтоматическая при диаметре сварной проволоки не менее 1.4-2.0 мм.

Положение шва – нижнее.

Таблица 2.14 - Элементы узла

	$a = 2,25 \text{ м}$ $b = 2,25 \text{ м}$ $c = 3 \text{ м}$ $d = 3 \text{ м}$
---	--

Окончание таблицы 2.14

Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L140x90x10 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L90x56x8 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
3		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фанонки  $t = 8$  мм

Таблица 2.15 – Конструкция узлов

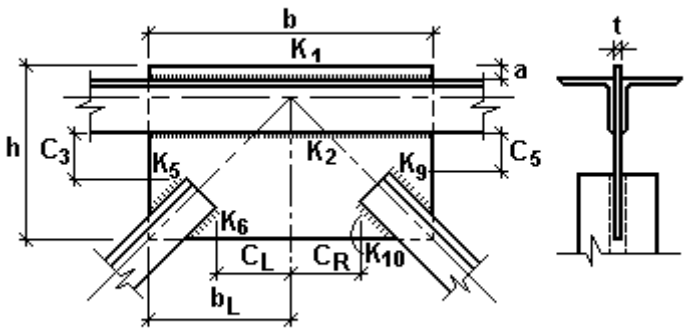
	<p> <math>b = 495</math> мм  <math>b_L = 250</math> мм  <math>h = 240</math> мм  <math>a = 20</math> мм  <math>C_3 = 52</math> мм  <math>C_5 = 50</math> мм  <math>C_L = 150</math> мм  <math>C_R = 151</math> мм                 </p>
--	--

Таблица 2.16 - Сварные швы

Швы (мм)	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
1	2	3	4	5	6	7
Катет	9	9	9	9	6	6
Длина	90	50	80	50	80	50

Таблица 2.17 – Усилия в элементах узла

N <sub>1</sub> , кН	N <sub>2</sub> , кН	N <sub>3</sub> , кН	N <sub>4</sub> , кН
1	2	3	4
0	-234,68	-200,6	148,83

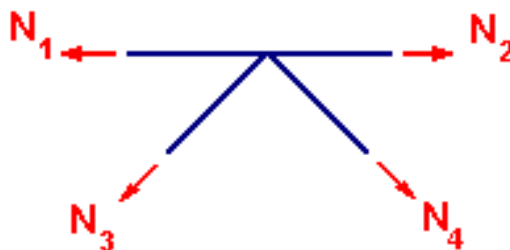


Рисунок 2.6 – Схема усилий в элементах узлов 7,13

Таблица 2.18 - Результаты расчета по комбинациям загружений

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке поясного уголка	0,137
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере поясного уголка	0,042
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке поясного уголка	0,097
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере поясного уголка	0,03
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,801
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,45
п.14.1.16, (177)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,57
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,32
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса	0,843
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка правого раскоса	0,468
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка правого раскоса	0,6
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка правого раскоса	0,333

Коэффициент использования 0,843 - Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса.

### Узел 8,12

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017.

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$ .

Коэффициент условий работы 1.

Сталь С345 категория 3.

Заводская сварка.



Автоматическая и полуавтоматическая при диаметре сварной проволоки не менее 1.4-2.0 мм.

Положение шва – нижнее.

Таблица 2.19 - Элементы узла

	$a = 2,25 \text{ м}$ $b = 2,25 \text{ м}$ $c = 3 \text{ м}$ $d = 3 \text{ м}$
--	--

Окончание таблицы 2.19

1	2	3
Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L140x90x10 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки  $t = 8$  мм

Таблица 2.20 – Конструкция узлов

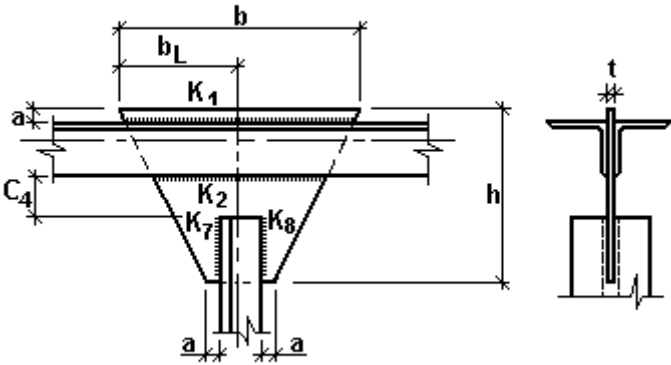
	$b = 195$ мм $b_L = 85$ мм $h = 215$ мм $a = 20$ мм $c_4 = 50$ мм
--	---

Таблица 2.21 - Сварные швы

Швы (мм)	$K_1$	$K_2$	$K_7$	$K_8$
1	2	3	4	5
Катет	9	9	6	6
Длина	50	50	50	50

Таблица 2.22 – Усилия в элементах узла

$N_1$ , кН	$N_2$ , кН	$N_3$ , кН
1	2	3
-234,68	-234,68	-44,13

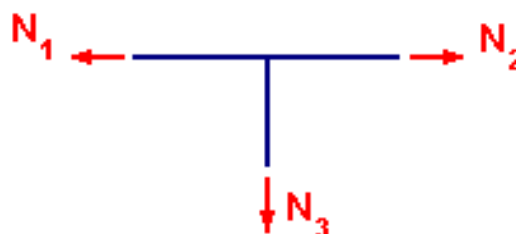


Рисунок 2.7 – Схема усилий в элементах узлов 8,12

Таблица 2.23 - Результаты расчета по комбинациям загружений

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки	0,437
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка стойки	0,173
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка стойки	0,311
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка стойки	0,123

Коэффициент использования 0,437 - Прочность по металлу шва на обушке уголка стойки.

### Узел 9,11

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017.

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$ .

Коэффициент условий работы 1.


Сталь С345 категория 3.

Заводская сварка.

Автоматическая и полуавтоматическая при диаметре сварной проволоки не менее 1.4-2.0 мм.

Положение шва – нижнее.

Таблица 2.24 - Элементы узла

		$a = 2,25 \text{ м}$ $b = 2,25 \text{ м}$ $c = 3 \text{ м}$ $d = 3 \text{ м}$
Элемент	Тип сечения	Профиль
1		L140x90x10 (Уголок неравнополочный по ГОСТ 8510-86*)
2		L70x6 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)
3		L50x5 (Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93)

Толщина фасонки  $t = 10 \text{ мм}$



Таблица 2.25 – Конструкция узлов

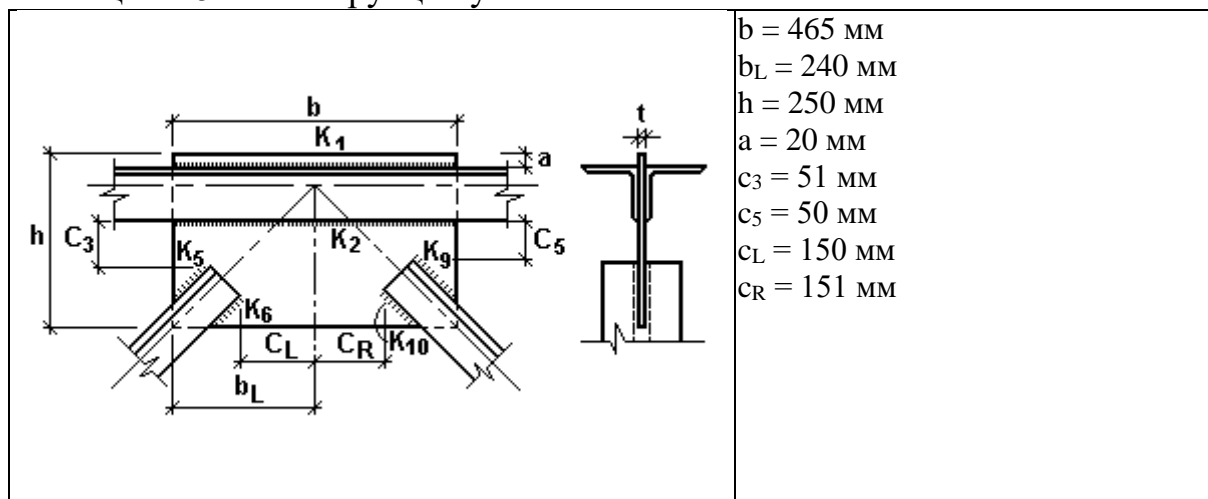


Таблица 2.26 - Сварные швы

Швы (мм)	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>
1	2	3	4	5	6	7
Катет	12	12	7	7	6	6
Длина	60	60	60	50	50	50

Таблица 2.27 – Усилия в элементах узла

N <sub>1</sub> , кН	N <sub>2</sub> , кН	N <sub>3</sub> , кН	N <sub>4</sub> , кН
1	2	3	4
-234,68	-317,52	-89,3	29,76

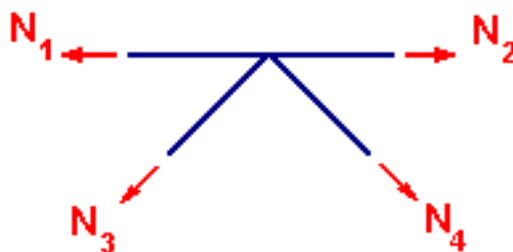


Рисунок 2.8 – Схема усилий в элементах узлов 9,11

Таблица 2.28 - Результаты расчета по комбинациям загрузжений

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
1	2	3
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке поясного уголка	0,039
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере поясного уголка	0,012
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке поясного уголка	0,027
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере поясного уголка	0,008
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса	0,766

### Окончание таблицы 2.28

1	2	3
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка левого раскоса	0,294
п.14.1.16, (177)	Прочность на границе сплавления на обушке уголка левого раскоса	0,545
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка левого раскоса	0,209
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на обушке уголка правого раскоса	0,295
п.14.1.16, (176)	Прочность по металлу шва на пере уголка правого раскоса	0,067
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на обушке уголка правого раскоса	0,21
п.14.1.16, (177)	Прочность по границе сплавления на пере уголка правого раскоса	0,048

Коэффициент использования 0,766 - Прочность по металлу шва на обушке уголка левого раскоса.

### Укрупнительные узлы

#### *Верхний узел*

Горизонтальные полки поясных уголков (2L140x90x10) перекрываются сверху двумя листовыми накладками  $N_1$ , площадь поперечного сечения которых определяется по усилию в верхнем поясе  $N_1 = \alpha_1 \cdot N_c = 0,75 \cdot 381,02 = 285,77$  кН, приходящемуся на угловые швы  $\Pi_1$  со стороны обушков уголков. Здесь  $N_c = 1,2 \cdot 317,52 = 381,02$  кН. Остальную часть усилия в поясе  $N_2 = N_c - N_1 = 381,02 - 285,77 = 95,25$ , но не менее чем  $N_c/2 = 381,02/2 = 190,51$  кН передаются через угловые швы  $\Pi_2$  со стороны пера и швы  $\Pi_3$  у обушка непосредственно на узловую фасонку, состоящую из двух половин. Фасонки перекрываются вертикальными двухсторонними полосовыми накладками  $N_2$  длиной, равной не менее удвоенной ширине вертикальных полок поясных уголков и конструктивно не менее 250 мм. Толщину накладок принимают равной толщине фасонки ( $t_{н2} = 8$  мм), длину  $l_{н2} = 300$  мм.

Определяем минимальную площадь накладки  $N_1$ :

$$A_{N1} = \frac{N_1}{2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{285,77 \cdot 10}{2 \cdot 340 \cdot 1} = 4,20 \text{ см}^2$$

Принимаем накладку шириной  $b = b_{уг} + c = 140 + 20 = 160$  мм и толщиной  $t = A_{n1}/b = 4,20/16 = 0,26$  см  $\approx 10$  мм. Здесь  $c=20$  мм – выпуск накладки за грань уголка; толщина накладки принята в соответствии с толщиной проката.

Учитывая, что накладки  $N_1$  привариваются ручной сваркой к стропильной ферме на монтаже, принимаем:

Принимаем  $R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$ ,  $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171,00 \text{ Н/мм}^2$  [11, прил.6, табл.2];  $\beta_f = 0,7$  и  $\beta_z = 1,0$  [11, прил. Г, табл. Г.3].

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot 215}{1,0 \cdot 171,0} = 0,88;$$

Так как  $0,88 < 1$ , то расчет ведем по металлу шва.

Определим необходимую расчётную длину угловых швов Ш<sub>1</sub> катетом  $k_f = 7 \text{ мм}$  для прикрепления одной накладки к полке поясного уголка:

$$l_w = \frac{N_1}{2 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{285,77}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} = 13,56 \text{ см};$$

Принимаем швы длиной 300 и 240 мм.

Расчётная длина угловых швов для крепления пояса к фасонке:

$$l_w^{об} = \frac{\alpha_1 \cdot N_2}{2 \cdot \beta_z \cdot k_{f1} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 190,51}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 6,68 \text{ см};$$

$$l_w^{п} = \frac{\alpha_2 \cdot N_2}{2 \cdot \beta_z \cdot k_{f2} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 190,51}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 4,32 \text{ см}.$$

Принимаем  $l_w^{об} = 200 \text{ мм}$  и  $l_w^{п} = 100 \text{ мм}$ .

Проверим прочность узла на внецентренное сжатие в сечении 2-2, вводя в расчётное значение верхние накладки и фасонку шириной, равной длине перекрывающих её накладок.

Геометрические характеристики сечения 2-2:

$$Z_0 = \frac{S_a}{A} = \frac{2 \cdot 16 \cdot 1,0 \cdot 15,5}{2 \cdot 16 \cdot 1,0 + 30 \cdot 0,8} = 8,90 \text{ см}; A = 56 \text{ см}^2;$$

$$I_x = 2 \cdot (8,1 - 0,5)^2 \cdot 16 \cdot 1 + \frac{0,8 \cdot 30^3}{12} + 7,9^2 \cdot 30 \cdot 0,8 = 5549,36 \text{ см}^4;$$

$$W_{xв} = \frac{5549,36}{8,1} = 685,11 \text{ см}^3;$$

$$W_{xн} = \frac{5549,36}{22,9} = 242,33 \text{ см}^3;$$

Эксцентриситет приложения продольной силы  $e = 8,1 - 1,0 - 2,79 = 4,31 \text{ см}$ .

Изгибающий момент в расчётном сечении:

$$M_x = N_{9-10} \cdot e = 317,52 \cdot 4,31 = 1368,51 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Наибольшее сжимающее напряжение в сечении 2-2:

$$\sigma = \frac{N_{9-10}}{A} + \frac{M}{W_{xH}} = \frac{317,52 \cdot 10}{56} + \frac{1368,51 \cdot 10}{242,33} = 113,17 \frac{\text{H}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 340 \text{ Н/мм}^2$$

Толщина угловых швов для крепления вертикальных накладок к узловой фасонке:

$$k_f = \frac{R_y \cdot t_\phi}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{340 \cdot 0,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 1} = 1,0 \text{ см.}$$

Принимаем  $k_f = 14 \text{ мм.}$

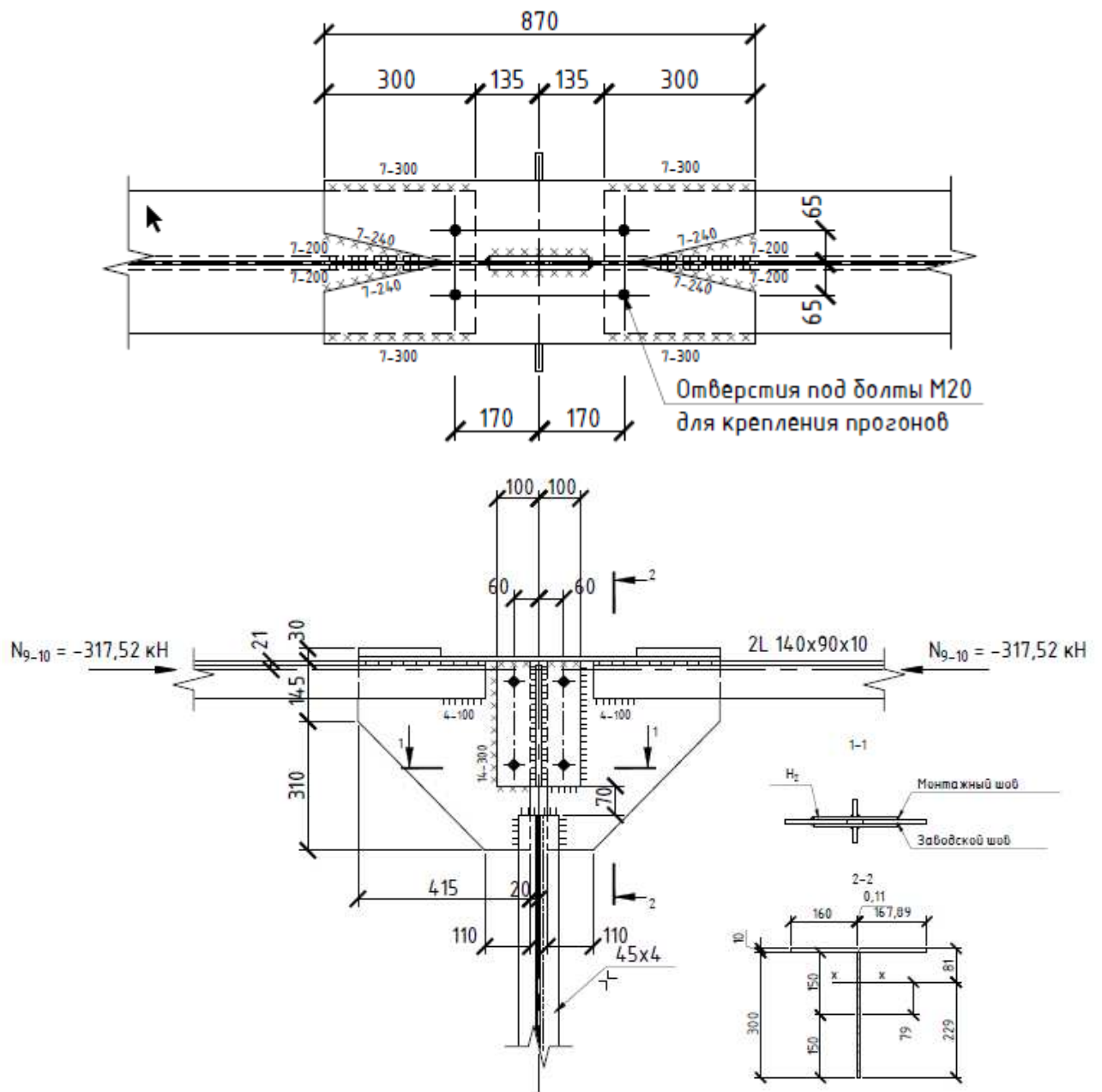


Рисунок 2.9 – Укрупнительный стык верхнего пояса

*Нижний узел*

Нижний опорный узел проектируем аналогично верхнему. Нижние поясные уголки 90х56х6 перекрываем двумя листовыми накладками.

Определяем минимальную площадь поперечного сечения каждой накладки:

$$A_{H1} = \frac{\alpha \cdot 1,2 \cdot N_{2-3}}{2 \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 1,2 \cdot 295,95 \cdot 10}{2 \cdot 340 \cdot 1} = 3,92 \text{ см}^2$$

Принимаем накладку шириной  $b = b_{\text{вр}} + c = 90 + 20 = 110$  мм и толщиной  $t = A_{H1}/b = 3,92/11 = 0,36$  см  $\approx 10$  мм. Здесь  $c=20$  мм – выпуск накладки за грань уголка; толщина накладки принята в соответствии с толщиной проката.

Учитывая, что накладки  $H_1$  привариваются ручной сваркой к стропильной ферме на монтаже, принимаем [таблица 3 прил. 6]:

Принимаем  $R_{wf} = 215$  Н/мм<sup>2</sup>,  $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171,00$  Н/мм<sup>2</sup> [11, прил.6, табл.2];  $\beta_f = 0,7$  и  $\beta_z = 1,0$  [11, прил. Г, табл. Г.3].

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot 215}{1,0 \cdot 171,0} = 0,88;$$

Так как  $0,88 < 1$ , то расчет ведем по металлу шва.

Определим необходимую расчётную длину угловых швов  $\text{Ш}_1$  катетом  $k_f = 7$  мм для прикрепления одной накладки к полке поясного уголка:

$$l_w = \frac{\alpha \cdot 1,2 \cdot N_{2-3}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{0,75 \cdot 1,2 \cdot 295,95}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} = 12,64 \text{ см};$$

Принимаем швы длиной 300 и 240 мм.

Расчётная длина угловых швов для крепления пояса к фасонке:

$$l_w^{\text{об}} = \frac{\alpha_1 \cdot N_{2-3} \cdot 0,5}{2 \cdot \beta_z \cdot k_{f1} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 295,95 \cdot 0,5}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 5,41 \text{ см};$$

$$l_w^{\text{п}} = \frac{\alpha_2 \cdot N_{2-3} \cdot 0,5}{2 \cdot \beta_z \cdot k_{f2} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 295,95 \cdot 0,5}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 171 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,57 \text{ см}.$$

Принимаем  $l_w^{\text{об}} = 220$  мм и  $l_w^{\text{п}} = 80$  мм.

Проверим прочность узла на внецентренное сжатие в сечении 2-2, вводя в расчётное значение верхние накладки и фасонку шириной, равной длине перекрывающих её накладок.

Геометрические характеристики сечения 1-1:

$$Z_0 = \frac{S_a}{A} = \frac{2 \cdot 11 \cdot 1,0 \cdot 15,5}{2 \cdot 11 \cdot 1,0 + 30 \cdot 0,8} = 7,41 \text{ см}; A = 46 \text{ см}^2;$$

$$I_x = 2 \cdot (8,1 - 0,5)^2 \cdot 11 \cdot 1 + \frac{0,8 \cdot 30^3}{12} + 7,9^2 \cdot 30 \cdot 0,8 = 4568,56 \text{ см}^4;$$

$$W_{xВ} = \frac{4568,56}{8,1} = 564,02 \text{ см}^3;$$

$$W_{xН} = \frac{4568,56}{22,9} = 199,50 \text{ см}^3;$$

Эксцентриситет приложения продольной силы  $e = 8,1 - 3,79 = 4,31 \text{ см}$ .  
Изгибающий момент в расчётном сечении:

$$M_x = N_{2-3} \cdot e = 295,95 \cdot 4,31 = 1275,55 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Наибольшее сжимающее напряжение в сечении 1-1:

$$\sigma = \frac{N_{9-10}}{A} + \frac{M}{W_{xН}} = \frac{295,95 \cdot 10}{46} + \frac{1275,55}{199,50} = 131,28 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 340 \text{ Н/мм}^2$$

Толщина угловых швов для крепления вертикальных накладок к узловой фасонке:

$$k_f = \frac{R_y \cdot t_\phi}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{340 \cdot 0,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 1} = 1,0 \text{ см}.$$

Принимаем  $k_f = 14 \text{ мм}$ .

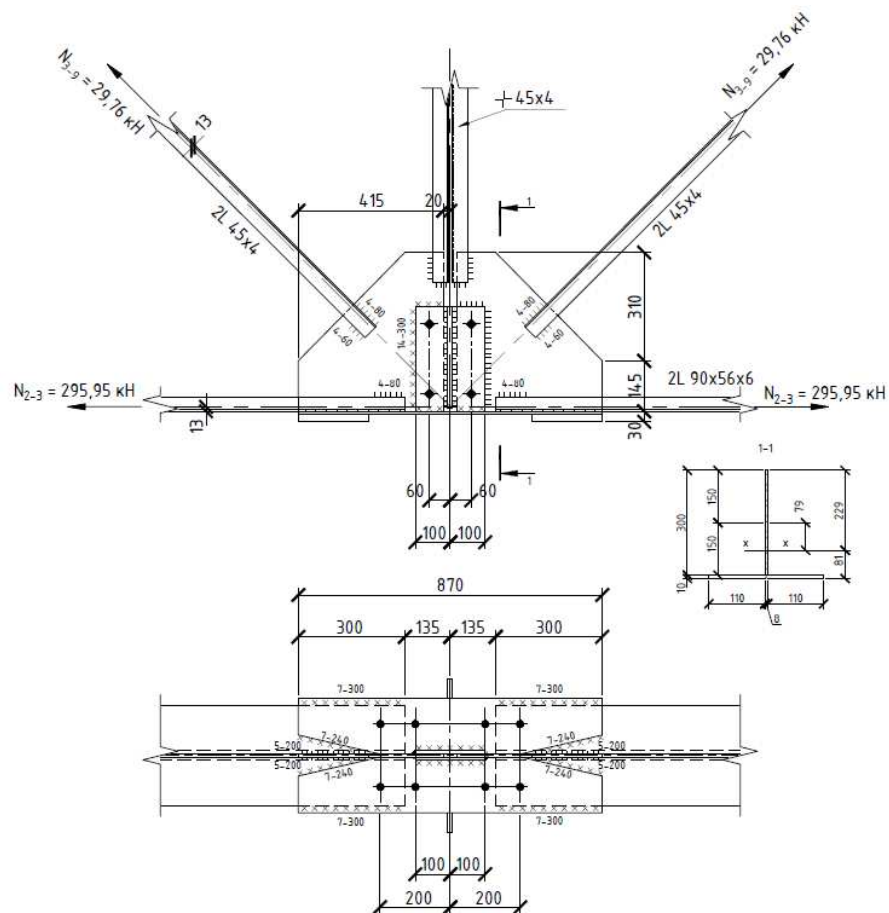


Рисунок 2.10 – Укрупнительный стык нижнего пояса

## **Основания и фундаменты**

### 3 Основания и фундаменты

#### 3.1 Материалы инженерно-геологических изысканий

Участок инженерно-геологических изысканий расположен в Каа-Хемском районе на территории месторождения «Правобережное». Инженерно-геологические изыскания проведены с целью изучения литологического строения и гидрогеологических условий площадки и определения физико-механических свойств грунтов для обоснования проектирования здания фабрики. Инженерно-геологические изыскания заключались в проведении разведочных буровых работ и лабораторных исследований грунтов и воды. Площадка работ представляет холмистую местность с перепадами высот до трех метров. Инженерно-геологические скважины располагаются по всему периметру объекта строительства. Схема расположения инженерно-геологических разрезов представлена на рисунке 1.1.

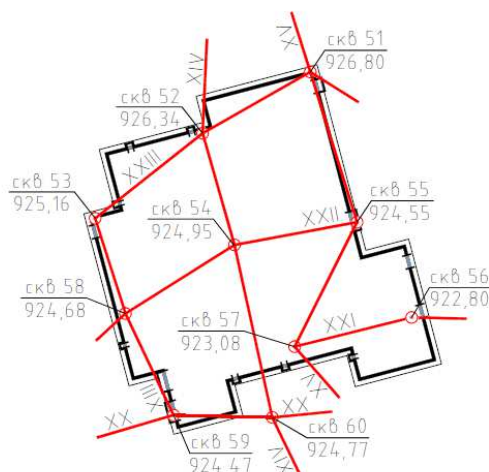


Рисунок 3.1 – Схема расположения инженерно-геологических разрезов.

На основе данных инженерно-геологических разрезов проводился анализ грунтов и грунтовых вод на предполагаемом участке строительства.

Инженерно-геологический разрез участка представлен на рисунке 1.2.

Площадка представлена следующими грунтами:

- почвенно-растительный грунт, мощность слоя 0,5 м;
- супесь твёрдая, мощность слоя 2,8 м;
- скальный грунт.

Проектом предусматривается полное снятие грунтов до скального основания и обратная засыпка до отметки низа фундаментных конструкций песчано-гравийной смесью с послойным уплотнением.

В таблице 3.1 приведены нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов по лабораторным данным.



### Инженерно-геологический разрез

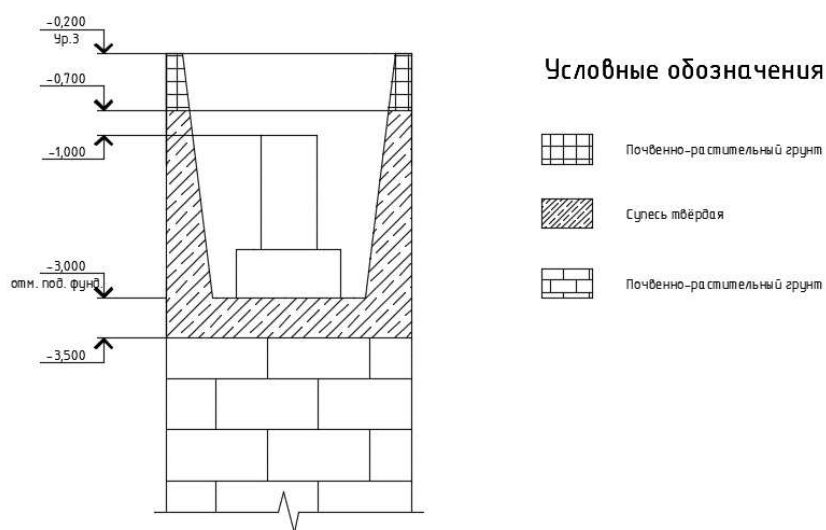


Рисунок 3.2 – Инженерно-геологический разрез по линии XXII-XXII.

Таблица 3.1 – Прочностные и деформационные характеристики грунтов

№ ИГЭ	Наименование грунта	h, м	$\rho$ , т/м <sup>3</sup>	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	C, кПа	$\varphi$ , град	E, МПа	R <sub>0</sub> , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Почвенно-растительный грунт	0,5	1,5	-	-	-	-	-
2	Супесь твердая щебенисто-дресвяная	2,8	1,9	19,0	9	28	31	230
3	Известняк прочный средневыветренный	-	2,57	25,7	10	35	60	60000

Грунтовые воды на всей глубине проводимых инженерно-геологических изысканий не найдены.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта для площадки строительства составляет 2,35 м.

Категории грунтов по сейсмическим воздействиям – II.

### 3.2 Проектирование фундаментов мелкого заложения

Проектируем столбчатый фундамент под колонны мелкого заложения для наиболее нагруженных элементов.

Нагрузки, действующие на опорные части фундаментов предоставлены в исходных данных дипломного проектирования. По ним определяем наиболее нагруженный фундамент:

- N = 2630 кН;

- $Q_x = 200$  кН;
- $Q_y = 185$  кН;
- $M_y = 1655$  кН.

Глубина заложения фундамента.

Глубина заложения фундамента принимается как наибольшая из следующих трех условий:

- конструктивные особенности фундамента;
- промерзания в пучинистых грунтах;
- заглубления подошвы фундамента в слой грунта с лучшими строительными свойствами (более прочный и менее деформационный).

Конструктивная глубина заложения зависит от обеспечения заделки для фундаментов под колонны наименьшей толщины плиты фундамента, наличия подвала, прокладок инженерных сетей, а также нагрузки.

В пучинистых грунтах глубина заложения фундамента должна быть больше расчетной глубины промерзания, чтобы исключить воздействие нормальных сил пучения грунта на подошву фундамента.

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 месторождения «Правобережное» – 2,35 м).

$$d_f = k_n \cdot d_{fn} = 0,7 \cdot 2,35 = 1,65 \text{ м.}$$

Так как грунт – супесь является пучинистым, то необходимо заложить фундамент ниже уровня промерзания грунта. При этом следует предусматривать, чтобы расстояние от подошвы фундамента до подошвы грунта, в котором он залегает было более 0,5 м, а заглубление подошвы фундамента в кровлю нижележащего грунта не менее чем на 0,3 м.

Исходя их инженерно-геологических изысканий, действующих нагрузок и минимальной глубины заложения фундамента, принимаем решение о полной выемке верхних слоёв грунта до скального основания. С учётом конструктивных решений фундаментов, принимаем глубину заложения  $d = 3,0$  м.

Определение размеров подошвы фундамента.

Площадь подошвы определяется по формуле:

$$A = \sum N^{\text{II}} / (R_o - \gamma_{\text{mt}} \cdot d), \quad (3.2)$$

где  $N^{\text{II}}$  – максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обресе фундамента, кН;

$R_o$  – расчетное сопротивление грунта, кПа;

$\gamma_{\text{мт}}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное 20 кН/м<sup>3</sup>.

$$A = \sum N^{\text{II}} / (R_o - \gamma_{\text{мт}} \cdot d) = 2630 / (60000 - 20 \cdot 3) = 0,044 \text{ м}^2.$$

В связи с тем, что основанием служит прочный скальный грунт с высокими прочностными характеристиками, размеры фундамента принимаем конструктивно:  $l = 4800$  мм,  $b = 3600$  мм.

Определение расчётного значения сопротивления грунта основания.

Для скальных грунтов расчётное сопротивление определяют по формуле (3.3)

$$R = \frac{R_c}{\gamma_g}, \quad (3.3)$$

где  $R_c$  – предел прочности грунта на одноосное сжатие;

$\gamma_g$  – коэффициент надежности по грунту, принимаемый 1,4.

$$R = \frac{R_c}{\gamma_g} = \frac{60000}{1,4} = 42857,14 \text{ кПа.}$$

Проверка условий расчёта оснований по деформациям.

Основным расчетом оснований является расчет по деформациям, при этом расчетная схема для определения осадки принимается в виде линейно-деформационного полупространства, поэтому давление на основание не должно превосходить расчетного сопротивления  $R = 42857,14$  кПа.

Таким образом, возможность данного расчета по деформациям проверяется следующими условиями:

1.  $P_{\text{ср}} \leq R$ ;

2.  $P_{\text{max}} \leq 1,2R$ ;

3.  $P_{\text{min}} \geq 0$ .

$P_{\text{ср}}$  – среднее давление под подошвой фундамента:

$$P_{\text{ср}} = N' / A; \quad (3.4)$$

$N' = N^{\text{II}} + N_{\phi}$  – наибольшая вертикальная нагрузка;

$$N_{\phi} = b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{\text{ср}} - \text{вес фундамента.} \quad (3.5)$$

$$N_{\phi} = b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{\text{ср}} = 4,8 \cdot 3,6 \cdot 3,0 \cdot 20 = 1036,8 \text{ кН};$$

$$N' = N^{\text{II}} + N_{\phi} = 2630 + 1036,8 = 3666,8 \text{ кН};$$

$$P_{\text{ср}} = N' / A = 3666,8 / 17,28 = 212,19 \text{ кПа.}$$

Полученные средние давления сопоставляют с расчетным сопротивлением. Условие  $P_{cp} \leq R$  выполняется  $212,19 < 42857,14$  кПа.

$$P_{\max,\min} = N'/A \pm M_y'/W_y \pm M_x'/W_x; \quad (3.6)$$

$$P_{\max} = N'/A + M_y'/W_y + M_x'/W_x;$$

$$P_{\min} = N'/A - M_y'/W_y - M_x'/W_x;$$

где  $M_y'$  – расчетное значение момента, действующего на подошву фундамента по оси Y;

где  $M_x'$  – расчетное значение момента, действующего на подошву фундамента по оси X;

$W$  – момент сопротивления площади подошвы фундамента;

$$M_y' = M_y + Q_y \cdot d = 2150 + 165 \cdot 3,0 = 2150 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (3.7)$$

$$M_x' = M_x + Q_x \cdot d = 0 + 200,0 \cdot 3,0 = 600,0 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (3.8)$$

$$P_{\max} = N'/A + M_y'/W_y + M_x'/W_x = 3666,8/17,28 + 2150/13,82 + 600/10,37 = 425,62 \text{ кПа};$$

$$P_{\min} = N'/A - M_y'/W_y - M_x'/W_x = 8255,2/43,92 - 2150/13,82 - 600/10,37 = 1,24 \text{ кПа}.$$

Условие  $P_{\max} \leq 1,2R$  выполняется :

$$425,62 < 51428,57 \text{ кПа}$$

Данное условие  $P_{\min} \geq 0$  также выполняется:  $1,24 > 0$ .

### 3.3 Проектирование столбчатого фундамента

Столбчатый фундамент состоит из плиты и подколонника с выпусками анкерочных элементов под колонну

Конструирование фундамента под металлическую колонну начинают с определения размеров подколонника. Данный размер определяют после расчёта металлической колонны, так как в структуру данного расчёта входит подбор размеров базы колонны, от которой следует отталкиваться при проектировании фундамента. В данном проекте размеры подколонника приняты 3000x1800 мм, так как на данный фундамент опирается двухветвевая колонна. Так же между подколонниками предусмотрена монолитная часть под распределение нагрузок

и усилий от работы связей. Отметка верхнего обреза фундамента принимается – 0,900 м.

Размеры фундамента должны быть модульными, в плане и по высоте кратны 300 мм, при этом высота ступеней равна 300мм. Количество ступеней - одна. При этом вылет ступеней по размеру должен быть не меньше высоты ступени, вылеты ступеней составляют 900 мм (рисунок 3.1).

$$x_1 = \frac{b - b_{cf}}{2} = \frac{4,8 - 3,0}{2} = 0,9 \text{ м};$$

$$x_2 = \frac{l - l_{cf}}{2} = \frac{9,6 - 8,7}{2} = 0,9 \text{ м}.$$

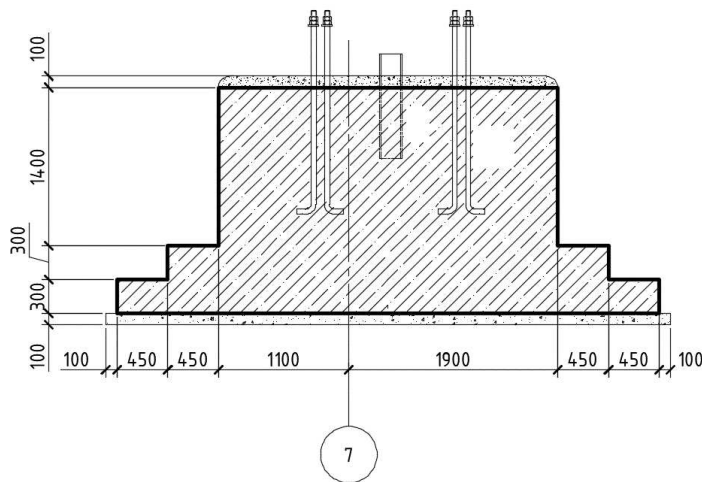


Рисунок 3.3 – Размеры ступеней столбчатого фундамента.

Проверка на продавливание.

Плитная часть фундамента проверяется расчетом на продавливание. При этом продавливающая сила должна быть воспринята бетонным сечением без постановки поперечной арматуры.

Данный фундамент является высоким так как высотой подколонника удовлетворяет условию:

$$h_{cf} - d_p \geq 0,5(l_{cf} - l_c); \tag{3.9}$$

где  $h_{cf}$  – высота подколонника;  $d_p$  – глубина стакана;  $l_{cf}$  – длина поперечного сечения подколонника;  $l_c$  – длина поперечного сечения колонны;

$$h_{cf} = h - n_{ст} \cdot 0,3 = 2,1 - 2 \cdot 0,3 = 1,5 \text{ м}; \tag{3.10}$$

где  $n_{ст}$  – количество ступеней;

$$1,50 > 0,875 \text{ м}.$$

В этом случае продавливание плитной части рассматривается от низа подколонника на действие продольной силы  $N$  и изгибающего момента  $M$ .

Проверка плитной части на продавливание подколонником производится из условия:

$$F \leq b_m \cdot h_{op} \cdot R_{bt}, \quad (3.11)$$

где  $F$  – сила продавливания по одной, наиболее нагруженной грани фундамента, определяемая по формуле:

$$F = A_0 \cdot p_{\max} = 0,87 \cdot 425,62 = 370,29 \text{ кН};$$

$$A_0 = 0,5 \cdot b \cdot (1 - l_{cf} - 2 \cdot h_{op}) - 0,25 \cdot (b - b_{cf} - 2 \cdot h_{op})^2 = 0,5 \cdot 3,6 \cdot (4,8 - 3,0 - 2 \cdot 0,55) - 0,25 \cdot (3,6 - 1,8 - 2 \cdot 0,55)^2 = 0,87;$$

$h_{op}$  – рабочая высота плитной части фундамента;

$$h_{op} = n_{ст} \cdot 0,3 - 0,05 = 2 \cdot 0,6 - 0,05 = 0,55 \text{ м};$$

$p_{\max}$  – максимальное давление под подошвой фундамента от расчетных нагрузок в уровне верха плитной части (обреза верхней ступени) равное  $p_{\max} = 245,20 \text{ кН/м}^2$ .

Так как  $b - b_{cf} > 2 \cdot h_{op} = 3,6 - 1,8 > 2 \cdot 0,55 = 1,8 > 1,1$ , то  $b_m = b_{cf} + h_{op} = 1,8 + 0,55 = 2,35 \text{ м}$ .

$R_{bt} = 1150 \text{ кПа}$ , так как класс бетона В30.

$$F \leq b_m \cdot h_{op} \cdot R_{bt} = 675,85 < 2,35 \cdot 0,55 \cdot 1150 = 370,29 < 1486,38 \text{ кН}.$$

Условие выполняется, то есть продавливания плитной части фундамента подколонника не наблюдается.

#### Расчёт армирования плитной части.

Подбор диаметра арматуры для сетки С1 осуществляется в результате расчета фундамента по прочности. Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях фундамента возникают моменты, которые можно определить по формуле:

$$M_i = ((N \cdot c_i^2) / 2l) \cdot (1 + 6 \cdot e_0 / l - 4 \cdot e_0 \cdot c_i / l^2), \quad (3.12)$$

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

$$N = N_{к, \max} = 2630 \text{ кН};$$

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

$$e_0 = M_{\max}^I + Q_y^I \cdot h, \quad (3.13)$$

$$e_0 = (M_{\max}^I + Q_y^I \cdot h) / N = (1655 + 165 \cdot 2,1) / 2630 = 0,76 \text{ м};$$

$c_i$  – вылет ступеней;

Площадь рабочей арматуры равна:

$$A_s = M / (\epsilon_r \cdot h_{0i} \cdot R_s), \quad (3.14)$$

$h_{0i}$  – рабочая высота сечения, определяемая как расстояние от верха сечения до центра рабочей арматуры (приведена в таблице 3.3);

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

$\epsilon_r$  – коэффициент, зависящий от величины  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = M / (b \cdot h_0^2 \cdot R_b), \quad (3.15)$$

$b$  – ширина сжатой зоны сечения (приведена в таблице 3.3);

$R_b$  – расчетное сопротивление бетона сжатию, для бетона марки В30 оно равно 17 МПа.

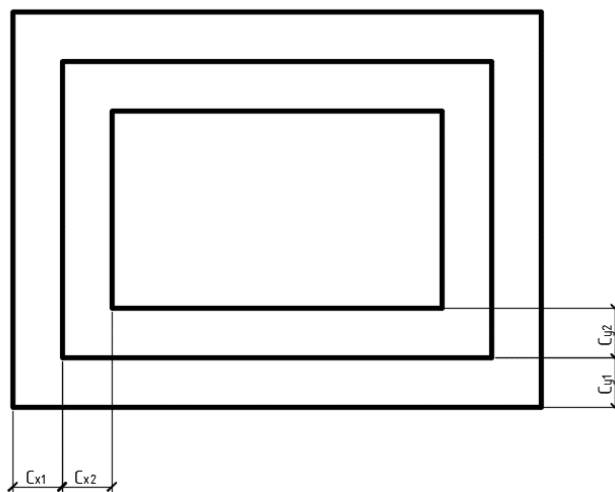


Рисунок 3.4 – План плиты фундамента для расчета

Таблица 3.3 – Значения вылета ступеней, рабочей высоты и ширины сжатой зоны в зависимости от сечения

Сечение	$c_i$	$b_i$	$h_{0i}$
1	2	3	4
1-1	0,45	3,6	0,25
2-2	0,90	2,7	0,55
1'-1'	0,45	4,8	0,25
2'-2'	0,90	3,9	0,55

Исходя из данных формул и таблицы 3.3 производим вычисления и заполняем таблицу 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, кН*м	$\alpha_m$	$\varepsilon_r$	$h_{oi}$	$A_s, \text{см}^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-1	0,45	73,97	2,16	159,77	0,042	0,978	0,25	17,90
2-2	0,9	394,5	2,31	911,29	0,066	0,965	0,55	40,90
1'-1'	0,45	55,47	1,90	105,39	0,021	0,990	0,25	11,67
2-2	0,9	273,11	2,00	546,22	0,027	0,85	0,55	32,01

Из таблицы 3.4 видно, что наибольшее требуемое сечение продольной арматуры составляет 40,90 см<sup>2</sup>; для поперечной арматуры 32,01 см<sup>2</sup>.

По сортаменту подбираю арматуру для компоновки сварной сетки С1.

Продольная арматура:

3600 – 50 – 50 – 50 – 50 = 3400 = 17\*200 → 17 стержней;

40,90 / 17 = 2,406 см<sup>2</sup>;

Принимаем продольную арматуру Ø18АШ.

Поперечная арматура:

4800 – 50 – 50 – 50 – 50 = 4600 = 23\*200 → 23 стержня;

32,01 / 23 = 1,39 см<sup>2</sup>;

Принимаем поперечную арматуру Ø16АШ.

Подколонники армируются двумя сетками С2, расположенными вертикально по сторонам, перпендикулярно плоскости момента (по сторонам подколонника  $b_f$ ) из стержней класса АІ и АШ. Продольная рабочая арматура сетки С2 класса АШ диаметром 12 мм ставится с шагом 200 мм, а поперечная арматура класса АІ диаметром 8 мм с шагом 600 мм назначается конструктивно. В пределах стакана распределительная арматура не ставится.

Горизонтальное конструктивное армирование стаканной части подколонника осуществляется сварными плоскими сетками из 4 стержней диаметром 8 мм класса АІ; стержни располагаются у внутренней и наружной поверхности стакана.

Толщина защитного слоя бетона для рабочей арматуры подколонника принимается не менее 30 мм, для подошвы фундамента 50 мм.

Под фундаментом устраивается подготовка из бетона В10 толщиной 100 мм.



## **Технология строительного производства**

## **4 Технология строительного производства**

### **4.1 Технологическая карта на монтаж металлического каркаса основного блока здания**

#### **4.1.1 Область применения**

Технологическая карта разработана на монтаж сборного железобетонного каркаса одноэтажного промышленного здания. Данная карта предназначена для нового строительства.

В технологической карте используются следующие сборные элементы:

- колонна рядовая крайнего ряда – двутавр 80Ш1;
- подкрановые части колонн крайнего и среднего ряда двухветвевые – двутавр 40Б2;
- балки перекрытий – двутавр 35Б2;
- связи вертикальные между колоннами – сложного сечения из уголков 50х5 и швеллеров 12П, 16П;
- связи вертикальные между поясами стропильных ферм – сложного сечения из уголков 50х5 и швеллеров 12П, 16П;
- раскосы горизонтальные – из уголков 100х7 и сложного сечения из уголков 50х5 и швеллеров 12П, 16П;
- горизонтальные связи между поясами стропильных ферм – из уголков 125х8;
- балка подкрановая – двутаврового составного сечения;
- балка подкрановая подвесная – двутавр 45М;
- ферма стропильная индивидуального изготовления – ФС1;
- ферма стропильная индивидуального изготовления – ФС2;
- прогоны покрытия – швеллер 22П.

Объемы работ, при которых следует применять данную карту: выгрузка колонн – 112,8 т; выгрузка подкрановых балок – 22,0 т; выгрузка стропильных конструкций – 21,0 т; выгрузка балок перекрытия – 29,8 т; выгрузка конструкций связей – 49,0 т; выгрузка конструкций покрытия – 17,3 т; установка колонн – 114 шт.; установка подкрановых балок – 39 шт.; установка стропильных конструкций – 18 шт; установка конструкций связей – 208 шт.; установка конструкций горизонтальных раскосов – 76 шт.; установка конструкций покрытия – 137 шт.; сварочные работы – 560 м; антикоррозионные работы – 532 стыка.

#### **4.1.2 Общие положения**

Технологическая карта разработана в соответствии с «Методическими рекомендациями по разработке и оформлению технологических карт» МДС 12-29.2006, СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», СП 12.135-2003 «Безопасность труда в строительстве», СП 48.13330.2011

«Организация строительства», ГОСТ 23118-99 «Конструкции стальные строительные».

Строительные конструкции, материалы, техника, кроме кранов на автомобильной базе, на строительную площадку доставляются специальным автотранспортом.

#### **4.1.3 Технология и организация выполнения работ**

##### **Подготовительный период.**

До начала монтажа стальных конструкций каркаса, на строительной площадке должны быть выполнены следующие работы:

- разбиты и приняты оси здания;
- возведены все необходимые временные сооружения;
- закончено устройство временных дорог, подъездных путей;
- проложены подземные коммуникации;
- возведены и сданы фундаменты;
- подготовлены площадки под складирование конструкций и работы кранов;
- организована рабочая зона строительной площадки;
- осмотрены, налажены и приняты монтажные механизмы, приспособления и оборудование.

##### **Основной период.**

К работам основного периода необходимо приступать только после выполнения всех работ подготовительного периода.

Монтаж здания вести дифференцированным методом. В качестве монтажного участка принять весь блок здания.

Строительство необходимо вести в строгой технологической последовательности в соответствии с календарным графиком с учётом обоснованного совмещения видов работ.

При возведении металлического каркаса здания выполняются следующие виды работ:

- монтаж колонн;
- монтаж вертикальных и горизонтальных связей по колоннам;
- монтаж подкрановых балок и рельсовых путей мостовых кранов;
- монтаж балок перекрытий;
- монтаж стропильных ферм, связей и прогонов;
- монтаж путей подвешенного транспорта;
- сварочные работы.

Основные данные о технологическом процессе приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные данные о технологическом процессе

Наименование и последовательность технологических операций	Объём работ	Ед. изм.	Наименование машин, оборудования, инструментов	Наименование строительных материалов, изделий, деталей	Наименование рабочих
1	2	3	4	5	6
Монтаж колонн	54	шт	кран	К1, К2, К3, ТФ1	монтажники, машинист
Монтаж вертикальных и горизонтальных связей по колоннам	67	шт	кран	СВ1, СВ2, РС1, РС2	монтажники, машинист
Монтаж подкрановых балок и рельсовых путей путей мостового крана	18	шт	кран	БК1	монтажники, машинист
Монтаж балок перекрытия	24	шт	кран	Б1	монтажники, машинист
Монтаж стропильных ферм, связей и прогонов	360	шт	кран	ФС1, ФС2, СГ1, П1, СВ4	монтажники, машинист
Монтаж путей подвесного транспорта	21	шт	кран	Б2	монтажники, машинист
Сварочные работы			сварочный аппарат		электросварщики

### Монтаж колонн.

#### 1 Подготовительные работы

До начала производства работ по монтажу колонн должны быть выполнены следующие виды подготовительных работ:

- объект должен быть принят работниками монтажной организации по Акту технической готовности нулевого цикла к монтажу колонн. К Акту должны быть приложены исполнительные геодезические схемы с нанесением положения фундаментов в плане и по высоте;
- доставить и осуществить складирование колонн на приобъектном складе;
- произвести входной контроль колонн и соединительных деталей;
- нанести по четырём граням на уровне верхней плоскости фундаментов риски установочных осей в соответствии с проектом;
- нанести риски установочных осей на боковых гранях колонн и на уровне низа колонн;
- доставить в зону монтажа колонн необходимые монтажные средства, приспособления и инструменты.

Колонны с завода-изготовителя доставляются на приобъектный склад тягачом с прицепом КамАЗ.

Разгрузку и складирование колонн на приобъектном складе осуществляют стреловым краном на пневмоколёсном ходу КМК-5090 Krupp с помощью рабочих, входящих в состав бригады монтажников. Запрещается сбрасывать колонны с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала. При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические колонны необходимо оберегать от механических повреждений. Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки.

Складировать металлические колонны на открытых, спланированных площадках в штабелях, в горизонтальном положении, в три-четыре ряда. Колонны сложных сечений располагают в два-три яруса.

Прокладки между колоннами укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок обычно квадратное, со сторонами не менее 25 см. Размеры подбирают с таким расчётом, чтобы вышележащие колонны не опирались на выступающие части нижележащих колонн.

Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном направлении и через 25 м в поперечном.

Для прохода к торцам изделий между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м.

## 2 Основные работы

Колонны К1 изготавливают из стального двутаврового горячекатаного широкополочного профиля 80Ш1, Колонны К2 сложного сечения, изготовленного из двух стальных горячекатаных профилей двутаврового сечения 40Б2 в подкрановой части, соединённых между собой связями в виде раскосов из уголков, а так же стального горячекатаного широкополочного профиля 50Ш1 в надкрановой части. Колонны К3 изготавливают из стального горячекатаного двутаврового профиля 25К1 с параллельными гранями полки. Колонны торцевого фахверка ТФ1 изготовлены из стального горячекатаного двутаврового профиля 25К1 с параллельными гранями полки. Размеры опорных плит баз колонн располагаются под каждой стойкой двутаврового профиля: для К1 – 1100х500 мм, для К2 – 850х300 мм, для К3 и ТФ1 – 500х400 мм. Металлические колонны опирают на монолитные железобетонные фундаменты.

Колонны из штабелей раскладывают в монтажной зоне таким образом, чтобы монтажный кран с одной стоянки мог устанавливать их в проектное положение без изменения вылета стрелы. Укладывают на деревянные подкладки в один ряд, обстраивают монтажными лестницами и подмостями, необходимыми для монтажа последующих конструкций.

Установка колонн в проектное положение на фундаментах включает в себя следующие процессы и операции:

- строповка конструкций за верхний конец, либо в уровне опирания подкрановых балок;

- установку колонны производят звеном из 4 рабочих. Звеньевой подаёт сигнал о подъёме колонны. На высоте от 30 до 40 см над верхним обрезом фундамента монтажники направляют колонну в анкерные болты, а машинист крана плавно опускает её. При этом, два монтажника придерживают колонну, а два других обеспечивают совмещение в плане осевых рисок на башмаке колонны с рисками, нанесёнными на опорных плитах, обеспечивая проектное положение колонны, и она закрепляется анкерными болтами;
- выверку проектного положения колонн производят с помощью геодезического контроля правильности монтажа колонн. Геодезический контроль по вертикали осуществляется с помощью двух теодолитов во взаимно-перпендикулярных плоскостях, с помощью которых проецируют верхнюю осевую риску на уровень низа колонны.

### Монтаж вертикальных и горизонтальных связей по колоннам

#### 1 Подготовительные работы

До начала производства работ по монтажу связей и распорок должны быть выполнены следующие виды подготовительных работ:

- произведён монтаж колонн всего монтажного участка;
- сооружены стенды для сборки связей;
- доставить и осуществить складирование готовых распорок и комплектов отправочных марок связей;
- завезти необходимые для монтажа инвентарные приспособления, инструмент и прочие материально-технические ресурсы;
- выполнить укрупнительную сборку связей.

Связи и распорки с завода-изготовителя доставляются на приобъектных склад тягачом с прицепом КамАЗ.

Разгрузку и складирование связей и распорок на приобъектном складе осуществляют стреловым краном на пневмоколёсном ходу КМК-5090 с помощью рабочих, входящих в состав бригады монтажников. Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала. При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические связи и распорки необходимо оберегать от механических повреждений. Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки.

Складировать металлические колонны на открытых, спланированных площадках в штабелях, в горизонтальном положении, в три-четыре ряда.

Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном направлении и через 25 м в поперечном.

Для прохода к торцам изделий между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м.

#### 2 Основные работы

Связи СВ1 сложного сечения изготавливают из стальных горячекатаных гнутых равнополочных уголков 50x5 и швеллеров 10П и 12П. Связи СВ2 сложного сечения изготавливают из стальных горячекатаных гнутых равнополочных уголков 50x5 и швеллеров 12П и 16П. Горизонтальные раскосы РС 1 изготавливают из стальных горячекатаных гнутых равнополочных уголков 100x7. Горизонтальные раскосы РС2 сложного сечения изготавливают из стальных горячекатаных гнутых уголков 50x5 и швеллеров 12П и 16П.

Монтаж связей необходимо производить стреловым краном, рассчитанным для монтажа колонн, балок и ферм.

Установка связей и распорок в проектное положение включает в себя следующие процессы:

- строповка конструкций за середину пролёта;
- установку связей производят звеном из 4 рабочих. Звеньевой подаёт сигнал о подъёме конструкции. На высоте от 30 до 40 см над местом крепления связей к колонне монтажники направляют связи в соединительные узлы, а машинист крана плавно опускает её, а конструкции закрепляются болтами;

#### Монтаж подкрановых балок и балок перекрытий.

##### 1 Подготовительные работы

До начала монтажа подкрановых балок должны быть выполнены следующие работы:

- подготовка и планировка площадки;
- монтаж, выверка и закрепление по проекту колонн и связей по ним;
- завезти необходимые для монтажа инвентарные приспособления, инструмент и прочие материально-технические ресурсы;

Перед установкой балок необходимо произвести геодезическую проверку отметок опорных площадок подкрановых консолей колонн.

Перед подъёмом балки необходимо установить на колонны монтажные приставные лестницы, очистить монтажные узлы от грязи и мусора, закрепить на балке оттяжки из пенькового каната и застропить её.

##### 2 Основные работы

Подкрановые балки сложного сечения изготавливаются из фасонного листового проката. Балки перекрытий изготавливаются из стального горячекатаного двутаврового профиля 35Б2 с параллельными гранями полок.

После подготовительных работ осуществляют строповку балки и подъём её к месту установки.

Место установки балки готовят двое монтажников с площадок, закреплённых на колонне. В подъёме, установке и выверке балки участвует всё звено, состоящее из пяти монтажников. При подъёме два монтажника с помощью оттяжек удерживают балку от раскачивания.

По команде звеньевого поданную балку монтажники принимают на уровне от 20 до 30 см от площадки её опирания. Положение установленных балок контролируют рисками продольной оси на балке и колонне. Соответствие верхней плоскости подкрановой балки проектной отметке устанавливают по

рискам на колонне. Для изменения проектного положения балок по высоте под их опорное ребро укладывают стальные строганные пластины.

Проектное положение оси подкрановых путей определяют с помощью теодолита, а по высоте – нивелированием верхнего пояса балки. Результаты геодезической съёмки заносят на схему, в которой приводят данные фактических замеров и величины отклонений от проекта.

После выверки правильности укладки балки производят её постоянное закрепление. Балка опирается ребром вертикального листа на опорную плиту колонны и соединяется с ней на болтах.

Монтаж конструкций перекрытий производится аналогично монтажу горизонтальных связей между колоннами и монтажу подкрановых балок.

### Монтаж стропильных ферм.

#### 1 Подготовительные работы

До начала установки стропильных ферм должны быть окончательно закреплены все колонны и связи. Должны быть доставлены на рабочее место необходимое монтажное оборудование, приспособления и инструменты.

До подъёма ферма должна быть обстроена приспособлениями для безопасного производства работ.

Перед монтажом фермы осуществляется укрупнительная сборка полуферм на специальном стенде, который располагается в рабочей зоне монтажного крана в монтируемом пролёте здания.

Монтажники крепят к концам фермы две оттяжки из пенькового каната и натягивают с помощью винтовой оттяжки стальной страховочный канат для безопасного перемещения монтажников по ферме.

Звеньевой в это время устанавливает на верхнем поясе фермы распорку, закрепляя её болтами, а затем на верхнем поясе фермы крепит навесные люльки.

#### 2 Основные работы

- Подъём и перемещение фермы к месту установки.

Подъём фермы монтажники выполняют с помощью траверсы, полуавтоматических замков и оттяжек. Звеньевой подаёт команду машинисту крана приподнять ферму на 30 см и вместе со вторым монтажником проверяют надёжность строповки (запорок, замков), равномерность натяжения стропов. Затем монтажник даёт команду машинисту на основной подъём и перемещения фермы к месту установки. Двое монтажников в это время удерживают ферму от раскачивания. Затем, звеньевой с пеньковым канатом, второй конец которого привязан к распорке, поднимается по лестнице к ранее смонтированной ферме и, закрепившись карабином монтажного пояса за страховочный канат, передвигается по нижнему поясу фермы к люльке, закрепленной на верхнем поясе ранее установленной фермы. По мере подъёма фермы звеньевой подтягивает канат и поднимает распорку.

- Приём и установка ферм.

Монтажник-стропальщик и электросварщик, находясь в люльках, закреплённых на колоннах, принимают монтируемую ферму. Монтажник у



опорного узла одной колонны и электросварщик у другого устанавливают опорные башмаки стропильной фермы на опорные столики, приваренные к колоннам, а между опорным узлом стропильной фермы – стыковые планки с отверстиями. Затем, они заводят конусные оправки в отверстия опорных частей стропильной фермы, стыковочных планок, фиксируя положение верхних узлов устанавливаемой фермы. В это время два монтажника поднимаются по лестнице в навесные люльки, закреплённые на колоннах. Далее они заводят в отверстия нижних узлов сопряжения по четыре болта и временно закрепляют их. Звеньевой совмещает отверстия распорки с отверстиями среднего узла фермы верхнего пояса ранее установленной и закреплённой фермы и фиксирует их с помощью конусных отправок.

- Выверка и закрепление ферм.

Данную работу выполняет вся бригада монтажников с помощью конусных отправок, отвесов, ломов и гаечных ключей. Монтажник и электросварщик, находясь в люльках, с помощью отвесов проверяют вертикальность фермы. Затем они устанавливают и окончательно затягивают болты в верхних узлах сопряжения стропильной фермы и колонны. Монтажники, находясь в люльках, натягивают проволоку и проверяют горизонтальность плоскости фермы. Затем они устанавливают и окончательно закрепляют на верхних узлах сопряжения стропильной фермы и колонны болтами. Звеньевой, находясь в люльке, расположенной в среднем узле верхнего пояса ранее смонтированной фермы, устанавливает болты в совмещённые отверстия распорки и верхнего пояса фермы и затягивает их.

### Монтаж прогонов покрытия.

#### 1 Подготовительные работы

До начала монтажа подкрановых балок должны быть выполнены следующие работы:

- подготовка и планировка площадки;
- монтаж, выверка и закрепление по проекту колонн и связей по ним;
- монтаж, выверка и закрепление по проекту стропильных ферм;
- завести необходимые для монтажа инвентарные приспособления, инструмент и прочие материально-технические ресурсы;

#### 2 Основные работы

Монтаж производить аналогично монтажу балок перекрытий, учитывая производство работ на высоте, обеспечивая соблюдение техники безопасности рабочих монтажников.

### Заключительный период

После завершения монтажа всех конструкций каркаса необходимо:

- демонтировать технологическое оборудование, используемое во время монтажа;
- произвести уборку и восстановление обустройства;
- произвести снятие предупредительных знаков и щитов, ограждений.

#### 4.1.4 Требование к качеству работ

Контроль и оценку качества работ при монтаже конструкций выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов:

- СП 48.13330.2011 Организация строительства;
- СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции;
- ГОСТ 26433.2-94. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений.

С целью обеспечения необходимого качества монтажа конструкций, монтажносборочные работы подвергнуть контролю на всех стадиях их выполнения. Производственный контроль подразделяется на входной, операционный (технологический), инспекционный и приемочный. Контроль качества выполняемых работ осуществлять специалистами или специальными службами, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля, и возлагается на руководителя производственного подразделения (прораба, мастера), выполняющего монтажные работы. Пооперационный контроль качества монтажных работ приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Контроль качества монтажных работ

Наименование операций, подлежащих контролю	Предмет, состав и объем проводимого контроля, предельное отклонение	Способы контроля	Время проведения контроля	Кто контролирует
1	2	3	4	5
Монтаж колонн	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей $\pm 5$ мм. Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении - 10 мм. Кривизна колонны - 0,0013 расстояния между точками закрепления.	теодолит, рулетка, нивелир	Во время монтажа	Прораб
Отметки опорных узлов	Отклонение верха опорного узла от проектного - $\leq 20$ мм.	уровень, нивелир	Во время монтажа	Прораб
Монтаж ферм	Смещение осей ферм относительно разбивочных осей колонн - 5 мм. Расстояние между осями ферм по верхним поясам в середине пролета - 60 мм Отклонение от совмещения оси нижнего пояса фермы с рисками на колонне или подстропильной ферме - 8мм.	теодолит, рулетка, нивелир	Во время монтажа	Прораб

Для приемки сварочных работ швы сварных соединений по окончании сварки 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 4.3.

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

Наружные дефекты в виде неполномерных швов, подрезов и не заплавленных кратеров заварить с последующей зачисткой. 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 °С, поддерживать ее в процессе сварки и после ее окончания в течение времени из расчета 1,5-2 мин на 1 мм толщины металла.

Исправленный сварной шов подлежит контролю ультразвуковой дефектоскопией.

Таблица 4.3 - Допускаемые размеры дефектов сварных швов

Дефекты	Характеристика дефектов	Допускаемые размеры дефектов
1	2	3
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

### Окончание таблицы 4.3

1	2	3
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
Вогнутость корня шва, утяжка	Глубина утяжки	Не более 0,5 мм

Металлические конструкции, поступающие на объект, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей. До проведения монтажных работ металлические конструкции, соединительные детали, арматура и средства крепления, поступившие на объект, должны быть подвергнуты входному контролю. Количество изделий и материалов, подлежащих входному контролю, должно соответствовать нормам, приведенным в технических условиях и стандартах.

Входной контроль проводится с целью выявления отклонений от этих требований. Входной контроль поступающих металлических конструкций осуществляется внешним осмотром и путем проверки их основных геометрических размеров и наличие рисков. Каждое изделие должно иметь маркировку, выполненную несмываемой краской. Если отклонения превышают допуски, заводам-изготовителям направляют рекламации, а конструкции бракуют. Все конструкции, соединительные детали, а также средства крепления, поступившие на объект, должны иметь сопроводительный документ (паспорт), в котором указываются наименование конструкции, ее марка, масса, дата изготовления. Паспорт является документом, подтверждающим соответствие конструкций рабочим чертежам, действующим ГОСТам или ТУ.

Результаты входного контроля оформляются Актом и заносятся в Журнал учета входного контроля материалов и конструкций.

В процессе монтажа необходимо проводить операционный контроль качества работ. Это позволит своевременно выявить дефекты и принять меры по их устранению и предупреждению. Контроль проводится под руководством мастера, прораба, в соответствии со Схемой операционного контроля качества монтажа конструкций.

При операционном (технологическом) контроле надлежит проверять соответствие выполнения основных производственных операций по монтажу требованиям, установленным строительными нормами и правилами, рабочим проектом и нормативными документами.

Результаты операционного контроля должны быть зарегистрированы в Журнале работ по монтажу строительных конструкций.

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

- детализовочные чертежи конструкций;
- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки смонтированных конструкций;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных конструкций;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на конструкции; сертификаты на металл.

При инспекционном контроле проверять качество монтажных работ выборочно по усмотрению заказчика или генерального подрядчика с целью проверки эффективности ранее проведенного производственного контроля. Этот вид контроля может быть проведен на любой стадии монтажных работ.

Результаты контроля качества, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующих производство и качество работ, должны быть занесены в Журнал работ по монтажу строительных конструкций и фиксируются также в Общем журнале работ. Вся приемо-сдаточная документация должна соответствовать требованиям СП 48.13330.2011.

Качество производства работ обеспечивать выполнением требований к соблюдению необходимой технологической последовательности при выполнении взаимосвязанных работ и техническим контролем за ходом работ, изложенным в Проекте организации строительства и Проекте производства работ, а также в Схеме операционного контроля качества работ.

Контроль качества монтажа ведут с момента поступления конструкций на строительную площадку и заканчивают при сдаче объекта в эксплуатацию.

На объекте строительства вести Общий журнал работ, Журнал авторского надзора проектной организации, Журнал работ по монтажу строительных конструкций, Журнал геодезических работ, Журнал сварочных работ, Журнал антикоррозийной защиты сварных соединений.

#### **4.1.5 Потребность в материально-технических ресурсах**

На основании данных дипломного проектирования выбираем элементы каркаса.

Результаты расчёта потребности в материалах и изделий приведены в таблице 4.4. Подбор грузозахватных механизмов сведен в таблицу 4.5. Потребность в машинах и технологическом оборудовании приведены в таблицах 4.6. Калькуляция трудовых затрат приведена в таблицах 4.8 и 4.9.

Таблица 4.4 – Потребность в материалах и изделиях.

Наименование технологического процесса и его операций, объём работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объём работ
1	2	3	4	5
Монтаж металлического каркаса горно-обогатительного комбината	Конструкции стальные каркасов зданий горно-обогатительных комбинатов	т.	1,0	258,1
	Электроды Э42, УОНИ 13/45, ГОСТ 9466-75	кг.	60,0	15486,0
	Конструкции стальные приспособлений для монтажа	кг.	60,0	15486,0
	Пиломатериал хвойных пород, ГОСТ 24454-80	м <sup>3</sup>	0,0011	0,28
	Гвозди строительные, ГОСТ 4028-63	кг.	0,01	2,58
	Болты с гайками и шайбами, ГОСТ 7798-70	кг.	По проекту	
	Кислород чистой 99%, ГОСТ 5583-78	м <sup>3</sup>	1,95	503,30
	Канаты стальные	кг.	0,6	154,86
	Канаты пеньковые	кг.	0,1	25,81
	Пропан-бутан	кг.	0,59	152,28
	Катанка горячекатаная	кг.	0,03	7,74
	Сталь прокатная	кг.	1,94	500,71
	Грунтовка ГФ-021, ГОСТ 25129-82	кг.	0,31	80,01
	Растворитель	кг.	0,06	15,49

Таблица 4.5 – Технологическая оснастка и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр		Количество
		Грузоподъёмность, т	Масса, т	
1	2	3	4	5
Строповка колонн	Строп 2СТ-10-4	8	195,6	1
	Траверса ТР8-0,4	1,5	0,0320	1
Строповка балок перекрытия, прогонов покрытия, подкрановых былок	Строп 4СК 3,2-4	3,2	0,00134	2
	Подстропок ВК-4-4	4	0,0112	2
	Захват КР 3,2, канат для расстроповки	3,2	0,040	2
Строповка вертикальных и горизонтальных связей	Строп 2СТ-10-4	8	195,6	2
	Подстропок ВК-4-1,6	4	0,0072	2
	Пружинный замок ПР8	8	0,0067	2
	Подкладка под канат			
Строповка стропильной фермы	Строп 2СТ-10-4	8	195,6	2
	Подстропок ВК-4-1,6	4	0,007	2
	Пружинный замок ПР8	8	0,0067	2
	Подкладка под канат			

Таблица 4.6 – Перечень требуемых машин, технологической оснастки, инструментов, инвентаря и приспособлений.

№ п/п	Наименование машин, механизмов, станков, инструментов и материалов	Марка, ГОСТ, ТУ	Ед. изм.	Количество
1	2	3	4	5
1	Кран пневмоколесный Q = 9 т	КМК-5090	шт.	1
2	Кран автомобильный Q = 6,3 т	КС2561К	шт.	1
3	Бортовой автотранспорт Q = 30 т	Камаз 65116	шт.	9
4	Лестница приставная	ЛПНА-1000-4,2	шт.	2
5	Лестница приставная	ЛПНА-1000-8,2	шт.	2
6	Лестница приставная	ЛПНА-1000-15,0	шт.	2
7	Лестница навесная	ЛНА-1000-4,0	шт.	2
8	Переходный мостик	МЛ-6	шт.	2
9	Площадка	ПЛА-1000-0,6-0,55	шт.	2

Окончание таблицы 4.6

1	2	3	4	5
10	Предохранительное верхолазное устройство	ПВУ-2	шт.	4
11	Страховочный канат Ø9,7мм	ГОСТ 7668-80	шт.	4
12	Сжимы для каната Ø9,7мм	С9,5	шт.	24
13	Расчалка из каната Ø13,5мм l=25м		шт.	4
14	Расчалка из каната Ø13,5мм l=15м		шт.	4
15	Нивелир	НИ-3	шт.	2
16	Теодолит	ЗТ2КП2	шт.	2
17	Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502-98	шт.	4
18	Уровень строительный УС2-П	ГОСТ 9416-83	шт.	2
19	Отвес стальной строительный	ГОСТ 7948-80	шт.	2
20	Домкрат реечный	ДР-5	шт.	2
21	Автогидроподъемник	АГП-22	шт.	1
22	Дрель электрическая		шт.	2
23	Гайковерт электрический		шт.	1
24	Инвентарная винтовая стяжка		шт.	2
25	Лом стальной монтажный		шт.	2
26	Рейка нивелировочная 3м.	ТС 50/2	шт.	4
27	Ножницы по металлу, ручные		шт.	1
28	Сварочный выпрямитель	ВД-306	шт.	1
29	Кабель сварочный	КГ 1х25	м.	300
30	Сварочный аппарат	ТД-500	шт.	3
31	Газорез в комплекте		шт.	3
32	Переноски для электроинструмента	L-50м,U-220 В	шт.	5
33	Жилеты оранжевые		шт.	10
34	Каски строительные		шт.	10
35	Клещевое грузозахватное приспособление	1МВ11-1,0	шт.	2
36	Захват - струбцина	3МВ11-3,2	шт.	2
37	Набор ключей		шт.	2

#### 4.1.6 Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Техничко-экономические показатели.

Наименование	Единицы измерения	Количество
1	2	3
Объём работ	Тонны	251,8
Трудоёмкость	Чел-см.	321,84
Выработка одного рабочего в смену	Тонны/чел-см.	0,78
Продолжительность	Дней	48
Максимальное число рабочих в смену	Человек	18
Количество смен	Смены	2



#### 4.1.7 Техника безопасности и охрана труда

При производстве монтажных работ следует руководствоваться действующими нормативными документами:

СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве»;

ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные»;

ГОСТ 12.2.012-75 «Приспособления по обеспечению безопасного производства работ»;

ГОСТ 12.1.004-85 «Пожарная безопасность»;

ГОСТ 12.1.013-78 «Строительство. Электробезопасность»;

ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ».

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

Охрана труда рабочих должна обеспечиваться выдачей администрацией необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха. Работы выполняются в спецобуви и спецодежде. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

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

Монтажные работы следует вести только при наличии проекта производства работ, технологических карт или монтажных схем. При отсутствии указанных документов монтажные работы вести запрещается.

В проектах производства работ следует предусматривать рациональные режимы труда и отдыха в соответствии с различными климатическими зонами страны и условиями труда.

Порядок выполнения монтажа конструкций, определенный проектом производства работ, должен быть таким, чтобы предыдущая операция полностью исключала возможность опасности при выполнении последующих.

Монтаж конструкций должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа металлических конструкций.

Работы по монтажу металлических конструкций разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации.

Монтажникам выполняющим работы на высоте выполнять работы при страховке монтажными поясами, прикрепленным к местам, указанным производителем работ. Монтажный пояс должен быть испытан, и иметь бирку.

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

Рабочие, выполняющие монтажные работы, обязаны знать:

- опасные и вредные для организма производственные факторы выполняемых работ;

- правила личной гигиены;

- инструкции по технологии производства монтажных работ, содержанию рабочего места, по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности;

- правила оказания первой медицинской помощи.

В целях безопасности ведения работ на объекте бригадир обязан:

- перед началом смены лично проверить состояние техники безопасности во всех рабочих местах руководимой им бригады и немедленно устранить обнаруженные нарушения. Если нарушения не могут быть устранены силами бригады или угрожают здоровью или жизни работающих, бригадир должен доложить об этом мастеру или производителю работ и не приступать к работе;

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

- организовать работы в соответствии с проектом производства работ;

- не допускать до работы членов бригады без средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви;

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

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

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

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

Перед началом работ машинист грузоподъемного крана должен проверить:

- механизм крана, его тормоза и крепление, а также ходовую часть и тяговое устройство;

- исправность приборов и устройств безопасности на кране (конечных выключателей, указателя грузоподъемности в зависимости от вылета стрелы, сигнального прибора, аварийного рубильника, ограничителя грузоподъемности и др.);

- стрелу и ее подвеску;
- состояние канатов и грузозахватных приспособлений (траверс, крюков).

- на холостом ходу все механизмы крана, электрооборудование, звуковой сигнал, концевые выключатели, приборы безопасности и блокирующие устройства, тормоза и противоугонные средства. При обнаружении неисправностей и невозможности их устранения своими силами крановщик обязан доложить механику или мастеру. Работать на неисправном кране запрещается.

При производстве работ по монтажу конструкций необходимо соблюдать следующие правила:

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

При монтаже стальных элементов конструкции необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работ:

- обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений;
- падение вышерасположенных материалов, инструментов;
- опрокидывание машин, падение их частей;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;

На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

В процессе монтажа конструкций здания монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно установленных конструкциях; Навесные монтажные площадки, лестницы и другие приспособления, необходимые для работы монтажников на высоте, следует устанавливать на монтируемых конструкциях до их подъема.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую следует применять лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждение. Запрещается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам, на которых невозможно обеспечить требуемую ширину прохода при

установленных ограждениях, без применения специальных предохранительных приспособлений.

Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение. При необходимости нахождения работающих под монтируемым оборудованием должны осуществляться специальные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих.

Навесные металлические лестницы высотой более 5м должны удовлетворять требованиям СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве».

Строповку конструкций и оборудования необходимо производить средствами, удовлетворяющими требованиям СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве» и обеспечивающими возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта в случаях, когда высота до замка грузозахватывающего средства превышает 2м.

Из-за значительной площади монтируемых элементов и сильного ветра могут возникнуть трудности с проведением работ. При работе на высоте более 20 м следует обеспечить измерение ветра в наивысшем месте проведения монтажных работ. Когда скорость ветра превысит 8 м/с, следует остановить работы с подвешенными конструкциями и работы, связанные с личной безопасностью. Если ветер сильнее, чем 10,7 м/с необходимо остановить все работы на высоте. Перед окончанием рабочей смены необходимо, с учётом преобладающего ветра, прикрепить смонтированные элементы всеми винтами.

Таблица 4.8 – Калькуляция трудовых затрат и заработной платы.

Наименование технологического процесса и его операций	Объём работ		Норма времени рабочих, чел-ч	Норма времени машин, маш-ч	Затраты труда рабочих, чел-ч	Затраты времени машин, маш-ч
	Ед. изм.	Кол-во				
1	2	3	4	5	6	7
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 1т	шт.	539	0,48	0-32,2	0,24	0-21,8
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 2т	шт.	18	0,58	0-38,9	0,29	0-26,4
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 3т	шт.	20	0,72	0-48,2	0,36	0-32,8
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 4т	шт.	8	0,84	0-56,3	0,42	0-44,5
Выгрузка полуферм массой до 6т	шт.	36	1,20	0-80,4	0,60	0-63,6
Сортировка конструкций	т.	251,8	0,66	0-48,4	0,32	0-33,9
Установка средств подмащивания	шт.	1	0,27	0-20,1	0,14	0-14,8
Укрупнительная сборка ферм	шт.	18	2,90	2-47,0	0,58	0-61,5
Добавлять на 1 т	т.	21	0,87	0-74,0	0,17	0,18,0
Укрупнительная сборка связей (по элементам)	шт.	126	0,15	0-12,0	0,05	0-05,3
Добавлять на 1 т	т.	42,86	1,14	1-12,0	0,47	0-49,8
Монтаж стальных колонн	шт.	54	3,50	2-83,0	0,70	0-74,2
Добавлять на 1 т	т.	112,8	0,75	0-60,6	0,15	0-15,9
Монтаж связей в виде ферм укрупнённым блоком	шт.	76	7,60	6-46,0	1,10	1-17,0
Добавлять на 1 т	т.	42,86	0,87	0-74,0	0,12	0-12,7
Монтаж связей в виде отдельных элементов	шт.	76	0,33	0-26,4	0,11	0-11,7
Добавлять на 1 т	т.	6,14	1,50	1-20,0	0,50	0-53,0
Монтаж подкрановых балок	шт.	39	2,10	1-70,0	0,42	0-44,5
Добавлять на 1 т	т.	22,0	0,48	0-38,8	0,10	0-10,6
Монтаж балок перекрытий	шт.	100	0,30	0-24,0	0,10	0-10,6
Добавлять на 1 т	т.	29,8	1,00	0-80,0	0,33	0-35,0
Монтаж стропильных ферм	шт.	18	2,90	2-40,0	0,58	0-61,5
Добавлять на 1 т	т.	21,0	0,53	0-43,8	0,11	0-11,7
Монтаж прогонов покрытия	шт.	137	0,30	0-24,0	0,10	0,10,6
Добавлять на 1 т	т.	17,3	1,00	0-80,0	0,33	0-35,0
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 14 мм (потолочная/горизонтальная)	10 м шва	4,8	14,00	12-74,0	-	-

## Окончание таблицы 4.8

1	2	3	4	5	6	7
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 14 мм (вертикальная)	10 м шва	10,0	12,00	10-92,0	-	-
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 14 мм (нижняя)	10 м шва	2,4	7,10	6-46,0	-	-
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 22 мм (нижняя)	10 м шва	32,6	15,00	13-65,0	-	-
Антикоррозионное покрытие сварных соединений	10 стыков	53,2	0,64	0-50,6	-	-

Таблица 4.9 – Продолжительность технологического процесса

Наименование технологического процесса и его операций	Затраты труда рабочих, чел-ч	Затраты времени машин, маш-ч	Состав звена, чел	Продолжительность технологического процесса, ч.
1	2	3	4	5
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 1т	258,72	129,36	6	32,34
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 2т	10,44	5,22	3	5,22
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 3т	14,40	7,20	3	7,20
Выгрузка колонн, балок, связей массой до 4т	6,72	3,36	3	3,36
Выгрузка полуферм массой до 6т	43,20	21,60	3	21,60
Сортировка конструкций	166,19	80,58	6	20,56
Установка средств подмащивания	0,27	0,14	3	0,14
Укрупнительная сборка ферм	52,20	10,44	6	5,22
Добавлять на 1 т	18,27	3,57	6	1,82
Укрупнительная сборка связей (по элементам)	18,90	6,30	6	2,10
Добавлять на 1 т	48,86	20,14	6	5,75
Монтаж стальных колонн	189,00	37,80	6	18,90
Добавлять на 1 т	84,60	16,92	6	8,46
Монтаж связей в виде ферм укрупнённым блоком	577,60	83,60	6	55,10

## Окончание таблицы 4.9

1	2	3	4	5
Добавлять на 1 т	37,29	5,14	6	3,54
Монтаж связей в виде отдельных элементов	25,08	8,36	6	2,79
1	2	3	4	5
Добавлять на 1 т	9,21	3,07	6	1,02
Монтаж подкрановых балок	81,90	16,38	6	8,19
Добавлять на 1 т	10,56	2,20	6	1,06
Монтаж балок перекрытий	30,00	10,00	6	3,33
Добавлять на 1 т	29,80	9,83	6	3,30
Монтаж стропильных ферм	52,20	10,44	6	5,22
Добавлять на 1 т	11,13	2,31	6	1,12
Монтаж прогонов покрытия	41,10	13,70	6	4,57
Добавлять на 1 т	17,30	5,71	6	1,92
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 14 мм (потолочная/горизонтальная)	67,20	-	3	16,80
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 14 мм (вертикальная)	120,00	-	3	15,00
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 14 мм (нижняя)	17,04	-	3	4,26
Сварка соединений строительных конструкций толщиной до 22 мм (нижняя)	489,00	-	3	54,00
Антикоррозионное покрытие сварных соединений	34,05	-	1	34,05

## **Организация строительного производства**



## 5 Организация строительного производства

### 5.1 Область применения строительного генерального плана

Объектный строительный генеральный план разработан на период возведения надземной части главного корпуса золотоизвлекательной фабрики чанового выщелачивания в г. Кызыл.

При разработке строительного генерального плана определяется рациональная система размещения подъёмно-транспортного оборудования и механизированных установок. В процессе разработки решаются следующие важные задачи:

- обеспечение бесперебойности поставок на строительную площадку строительных конструкций и материалов;
- обеспечение ритмичной и бесперебойной работы монтажных механизмов;
- обеспечение безопасных условий труда рабочих и эксплуатации механизированных средств труда;
- обеспечение рабочих комфортными условиями пребывания.

### 5.2 Выбор подъёмно-транспортного оборудования

Выбор монтажного крана производим аналитическим способом путём нахождения трёх основных характеристик: требуемой высоты подъема крюка (монтажная высота), грузоподъёмности (монтажная масса) и вылета стрелы.

#### Кран для монтажа строительных конструкций.

Подбираем стреловой самоходный кран на пневмоколёсном ходу по наиболее тяжелому элементу – колонне К1 массой  $M_э = 3,5$  т.

Грузоподъёмность крана

$$Q_k = M_э + M_{г+в} = 3,5 + 0,034 = 3,534 \text{ т} \approx 4 \text{ т}, \quad (5.1)$$

где  $M_э$  – масса наиболее тяжелого элемента группы;

$M_{г+в}$  - масса грузозахватных и вспомогательных устройств, которая определяется по формуле (5.2)

$$M_{г+в} = M_г + M_{м.п} = 0,0016 + 0,0320 = 0,034 \text{ т}, \quad (5.2)$$

где  $M_г = 32$  кг – масса траверсы Тр-1;

$M_{м.п.} = 1,6$  кг – масса стропа 2СТ16-5.

Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха монтируемой конструкции

$$H_c = h_0 + h_3 + h_3 + h_r + h_n = 21,56 + 0,5 + 0,22 + 4,0 + 2,0 = 28,3 \text{ м} \quad (5.3)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;  
 $h_3$  – запас по высоте, принимается по правилам техники безопасности;  
 $h_3$  – высота монтируемого элемента в положении подъема;  
 $h_r$  – высота грузозахватного устройства;  
 $h_n$  – высота полиспаста.

Требуемый монтажный вылет крюка определяем по формуле (5.4)

$$L_k = \frac{(b+b_1+b_2)(H_c^c - h_{ш})}{h_n + h_r} + b_3 + a \quad (5.4)$$

где  $b$  – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом - 0,5 м;  
 $b_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле, м;  
 $b_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, (0,5 м);  
 $b_3$  – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м, (2 м);  
 $h_{ш}$  – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы, м, (2 м);  
 $a$  – расстояние до наиболее дальнего монтируемого элемента;  
 $H_c$  – то же, что в формуле (5.3).

$$L_k = \frac{(0,5+0,39+0,5)(28,28-2)}{2+4} + 2 + 24 = 29,5 \text{ м.}$$

Требуемая длина стрелы:

$$L_c = \sqrt{(L_k - b_3)^2 + (H_c^c - h_{ш})^2}; \quad (5.5)$$

где  $L_k$  – то же, что в формуле (5.4);  
 $b_3$  – то же, что в формуле (5.4);  
 $H_c$  – то же, что в формуле (5.3);  
 $h_{ш}$  – то же, что в формуле (5.4).

$$L_c = \sqrt{(30,1 - 2)^2 + (28,28 - 2)^2} = 39,87 \text{ м.}$$

По полученным характеристикам по каталогу кранов подбираем стреловой кран на пневмоколесном ходу КМК-5090 KRUPP. С телескопической стрелой 36,3 м и управляемым гуськом 10 м и следующими характеристиками:  $Q = 9 \text{ т}$ ;  $L_c = 36,3 \text{ м}$ ;  $L_{k\min} = 7 \text{ м}$ ;  $L_{k\max} = 42 \text{ м}$ ;  $H_c = \text{м}$ .

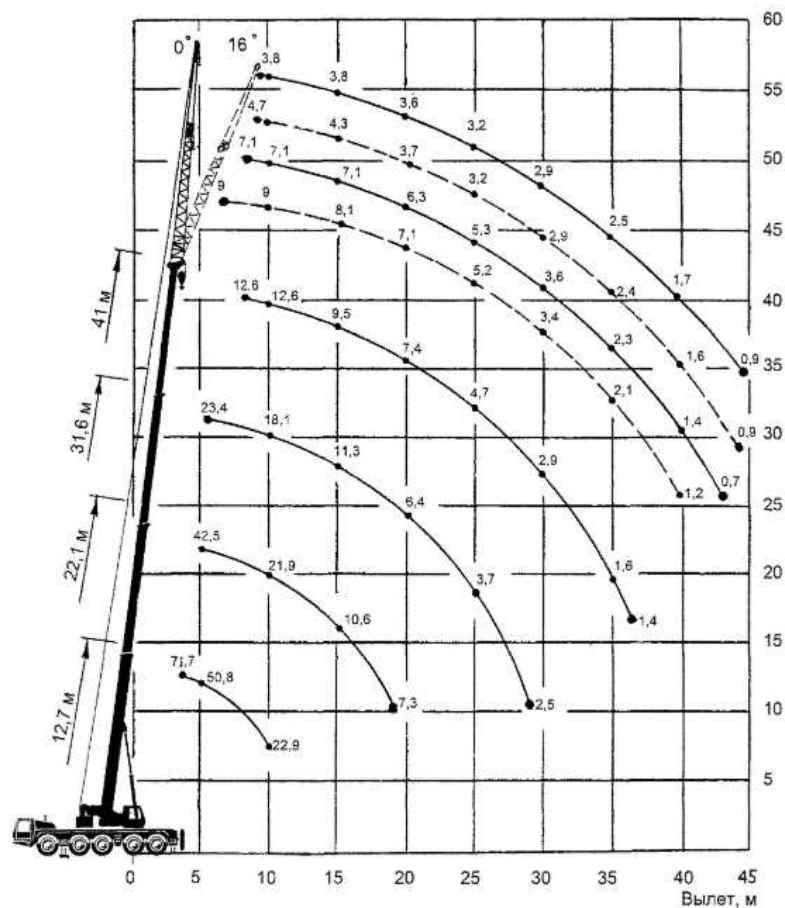


Рисунок 5.1 – Характеристики монтажного крана.

#### Кран для разгрузки конструкций

Кран для выгрузки и перевозки строительных конструкций к месту приобъектного складирования подбираем по наиболее тяжёлому элементу – массой  $M_3 = 3,5$  т. Так как данный кран для других монтажных работ использоваться не будет, то подбор ведёт только по грузоподъёмности.

Из каталога выбираем кран КС-2561К со стрелой 8 м и следующими характеристиками:  $Q = 6,3$  т;  $L_c = 8$  м;  $L_{\text{кmin}} = 3,3$  м.

### 5.3 Размещение грузоподъёмных механизмов на строительной площадке

#### Поперечная привязка самоходного стрелового крана к наиболее выступающей части здания

Определение минимального расстояния от оси движения крана до наиболее выступающей части здания

$$V = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}} = 4,8 + 1 = 5,8 \approx 6 \text{ м}, \quad (5.10)$$

где  $R_{\text{пов}}$  – радиус, описываемый хвостовой частью поворотной платформы крана;

$l_{\text{без}}$  – минимальное допустимое расстояние от наиболее выступающей части здания до хвостовой части поворотной платформы крана.

Учитывая минимальный вылет стрелы крана, принимаем поперечную привязку  $B = 7$  м.

#### Определение зон действия самоходного стрелового крана

Граница опасной зоны при падении предмета со здания (монтажная зона действия крана) находится по формуле

$$R_{\text{монт}} = L_{\Gamma} + X = 24 + 5 = 29 \text{ м}, \quad (5.11)$$

где  $L_{\Gamma}$  – наибольший габарит перемещаемого груза (стропильная ферма);  
 $X$  – величина отлета падающего груза.

Зона действия крана (рабочая зона) равна максимальному необходимому вылету крюка крана

$$R_p = L_k = 42,0 \text{ м.}$$

Опасная зона при работе крана определяется по формуле

$$R_{\text{оп}} = R_p + 0,5 \cdot B_{\Gamma} + L_{\Gamma} + X = 42,0 + 0,5 \cdot 0,3 + 24 + 10 = 76,8 \text{ м}, \quad (5.12)$$

где  $R_p$  – максимальный требуемый вылет крюка крана:

$B_{\Gamma}$  – наименьший габарит перемещаемого груза (стропильная ферма);  
 $L_{\Gamma}$  – наибольший габарит перемещаемого груза (стропильная ферма);  
 $X$  – величина отлёта падающего груза.

### **5.4 Проектирование временных проездов и автодорог**

Схема движения транспорта и расположение дорог в плане должна обеспечить подачу в сторону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к складам и бытовым помещениям.

При трассировке дорог соблюдаем следующие минимальные расстояния:

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

В зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6,5 м, длина участка уширения от 12 до 18 м.

Дорога с однополосным движением, ширина проезжей части – 3,5 м.

## 5.5 Проектирование складского хозяйства и производственных мастерских

Приобъектный склад каждого строящегося здания проектируется из расчета хранения на нем нормативного запаса  $P_{скл}$  по формуле (5.13)

$$P_{скл} = (P_0/T) \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.13)$$

где  $P_0$  – количество материалов, конструкций и изделий, необходимых для выполнения работ в расчетный период (берется из ведомости объемов строительных материалов, конструкций и изделий, т.к. значения даны для нулевого цикла и надземной части, провели небольшой перерасчет);

$T$  – продолжительность расчетного периода в днях;

$T_n$  – норма запаса материала, дн;

$K_1$  – коэффициент учета неравномерности поставки материалов на склад (равен 1,1 для автомобильного транспорта);

$K_2$  – коэффициент учета неравномерности потребления материалов, равный 1,3.

Полезная площадь склада:

$$F = \frac{P}{V}, \quad (5.14)$$

где  $P$  – общее количество хранимого на складе материала;

$V$  – количество материала, укладываемого на 1 м<sup>2</sup> площади склада.

Общая площадь склада:

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (5.15)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования склада.

Таблица 5.1 – Ведомость площадей складов

Наименование	Тип склада	Ед. изм.	$P_{общ}$	$T$ , дн.	$T_n$ , дн.	$K_1$	$K_2$	$P_{скл}$	$V$	$F$	$\beta$	$S$ , м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Металлоконструкции	о	т	569,8	94	15	1,1	1,3	130,02	0,3	433,4	0,8	541,75
Сэндвич панели	о	м <sup>3</sup>	885,93	45	7	1,1	1,3	197,07	2,0	98,54	0,7	68,97
Оконные и дверные блоки	з	м <sup>3</sup>	202,91	12	9	1,1	1,3	217,62	20	10,88	0,6	18,14

Примечание: (о) – открытый склад,  $S_o = 650$  м<sup>2</sup>;

(з) – закрытый склад,  $S_o = 20$  м<sup>2</sup>.

## 5.6 Проектирование бытового городка

Для определения необходимого числа рабочих  $N$ , заполним ведомость потребности работающих.

Площадь помещения рассчитывается по формуле:

$$F = f \cdot N, \quad (5.15)$$

где  $N$  – количество работающих, пользующихся данным типом помещений;  
 $f$  – нормативные показатели в расчете на одного человека.

Таблица 5.2 – Экспликация временных зданий и сооружений

Наименование помещения	N, чел	S, м <sup>2</sup>		Тип быт.помещения	S		Кол-во зданий
		На 1 чел	расчетная		S одного	всех	
1	2	3	4	5	6	7	8
Бытовые помещения							
Гардеробная	62	0,9	55,8	9x3x3	27	81	3
Умывальня	58	0,05	2,9	6,7x3x3	18	18	1
Душевая	58	0,43	24,94	9x3x3	24	48	2
Туалет	58	0,07	4,06	7,5x3,1x3	20,5	20,5	1
Сушильня	58	0,2	11,6	6x2,7x3	14,5	14,5	1
Столовая	58	0,6	34,8	10,8x6,3x3	85	85	1
Медпункт	58	0,4	23,2	9x3x3	24	24	1
Служебные помещения							
Прорабская	5	24 на 5	24	9x3x3	24	24	1
КПП	1	7 на 1	7	2x3	6	12	1
Мойка колес	-	-	-	-	-	-	1

## 5.7 Проектирование временных инженерных коммуникаций

### 5.7.1 Электроснабжение строительной площадки

Количество прожекторов определяется по формуле:

$$n = P \cdot E \cdot S / P_{\text{л}}$$

где  $P$  – удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup> (при освещении прожекторами ПЗС-45 равна 0,3 Вт/м<sup>2</sup>);

$E$  – освещенность, лк, принимается по нормативным данным ( $E = 1,62$ лк);

$S$  – площадь, подлежащая освещению, м<sup>2</sup>;

$P_{\text{л}}$  – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-45  $P_{\text{л}} = 1500$  Вт).

$$n = P \cdot E \cdot S / P_{\text{л}} = 0,3 \cdot 1,62 \cdot 34073,33 / 1500 = 11,04 \approx 12$$

### 5.7.2 Водоснабжение строительной площадки

Источником временного водоснабжения являются существующие водопроводы.

Определяют необходимый диаметра  $D$ , мм труб напорной сети по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4000 \cdot \theta}{\pi v}} = \frac{\sqrt{4000 \cdot 0,26}}{\sqrt{3,14 \cdot 0,7}} = 21,79 \text{ мм}$$

где  $\theta$  – суммарный расход воды, л/с,

$v$  – скорость воды, равная 0,7 м/с.

Принимаем трубу диаметром 25 мм.

### 5.8 Техничко-экономические показатели строительного генерального плана

Таблица 5.3 – ТЭП СГП

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	2	3
Протяженность временных дорог	км	0,583
Протяженность временных инженерных коммуникаций и электросетей	км	1,48
Протяженность ограждения строительной площадки	км	0,809
Площадь строительной площадки	м <sup>2</sup>	34073,33
Площадь возводимых постоянных зданий и сооружений	м <sup>2</sup>	3545,36
Площадь временных зданий и сооружений, включая складское хозяйство	м <sup>2</sup>	1767

### 5.9 Мероприятия по охране окружающей среды

На всей территории строительства объекта запрещается не предусмотренное проектной документацией сведение (вырубка) древесно - кустарниковой растительности, а также засыпка грунтом корневых шеек и стволов растущих деревьев.

При выполнении планировочных работ почвенный слой предварительно снимается и складировается в специально отведенных для этого местах.

Временные дороги выполняются из сборных железобетонных дорожных плит. Проезды, проходы, рабочие места должны регулярно убираться от строительного мусора, а в летнее время должны регулярно поливаться водой с использованием поливочных машин.

После окончания строительства объекта дорожные плиты демонтируются и вывозятся с территории строительной площадки и складировются с специально отведенных для этого местах. Также возможно последующее использование этих дорожных плит на другом (их) местах строительства.

На выездах со строительной площадки предусмотрено место под мойку колес автотранспортных средств, ведущих свои работы на строительной площадке. Для сбора бытовых отходов в бытовом городке предусмотрены специальные контейнеры для мусора.

Для снижения загрязнения атмосферного воздуха в период строительства объекта рекомендуется:

- соблюдать строгий график рационального использования строительных машин и оборудования, работающей на двигателях внутреннего сгорания с максимальными выбросами;

- стараться максимально эффективно и в полном объеме использовать технику, которая работает на электротяге.

При использовании строительных машин и оборудования, которые работают на двигателях внутреннего сгорания запрещается орошать почвенный слой маслами и горючими.

### **5.10 Техника безопасности и охрана труда**

Опасные зоны работы крана огорожены и обозначены специальными знаками. На территории строительной площадки предусмотрены безопасные пути движения для пешеходов и автомобильного транспорта.

Временные здания и сооружения располагаются все опасных зон работ крана. Туалеты размещены таким образом, что расстояние от наиболее удаленного места вне здания не превышает 200 м.

Между временными зданиями и сооружениями предусмотрены противопожарные разрывы.

На всей строительной площадке созданы безопасные условия труда и отдыха, которые исключают поражение людей электрическим током и другими очагами воздействия.

Строительная площадка, проходы людей, места движения автомобильной техники освещены в ночное время суток.

Вся строительная площадка оборудована пожарными постами со всем необходимым оборудованием и приспособлением для тушения пожара. Также на строительной площадке необходимо предусмотреть наличие пожарных гидрантов.



## **Экономика строительства**

## 6 Экономика строительства

### 6.1 Локальный сметный расчёт на возведение каркаса основного блока проектируемого объекта

Сметная документация составлена на основании МДС 81-35.2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации».

Для составления сметной документации были использованы сборники Федеральных единичных расценок (ФЕР), базисно-индексным методом с применением расчётного индекса к общей сметной стоимости строительства, определенного в Письме Минстроя РФ от 04.04.2018 №13606-ХМ/09 на I квартал 2018 года и равного 10,49, и с учетом лимитированных затрат, включающих в себя: затраты на возведение временных зданий и сооружений – 1,8% (прил. 1 п. 4.2 ГСН 81-05-01-2001); удорожание при производстве работ в зимний период – 3% (т.4 п. 11.4 ГСН 81-05-02-2007); резерв средств на непредвиденные работы и затраты – 2% (п. 4.96 МДС 81-35.2004). НДС определен в размере 20% на суммарную сметную стоимость всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные.

Анализ сметной документации представлен в таблице 6.1 и в графическом виде на диаграмме (рисунок 6.1).

Таблица 6.1 – Анализ структуры сметной стоимости общестроительных работ по составным элементам

Разделы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1	2	3
Прямые затраты, всего	30 044 324,77	77,92
в том числе:		
Материалы	27 388 913,65	71,03
Эксплуатация машин	1 217 982,45	3,16
Заработная плата основных рабочих	314 071,95	0,81
Накладные расходы	696 349,75	1,81
Сметная прибыль	427 006,92	1,11
Лимитированные затраты	2 088 385,06	5,42
НДС	6 426 545,86	16,67
Итого	38 559 287,79	100,00

На основе таблицы 6.1 составляем диаграмму и рассматриваем структуру локального сметного расчета по составным элементам (рисунок 6.1).

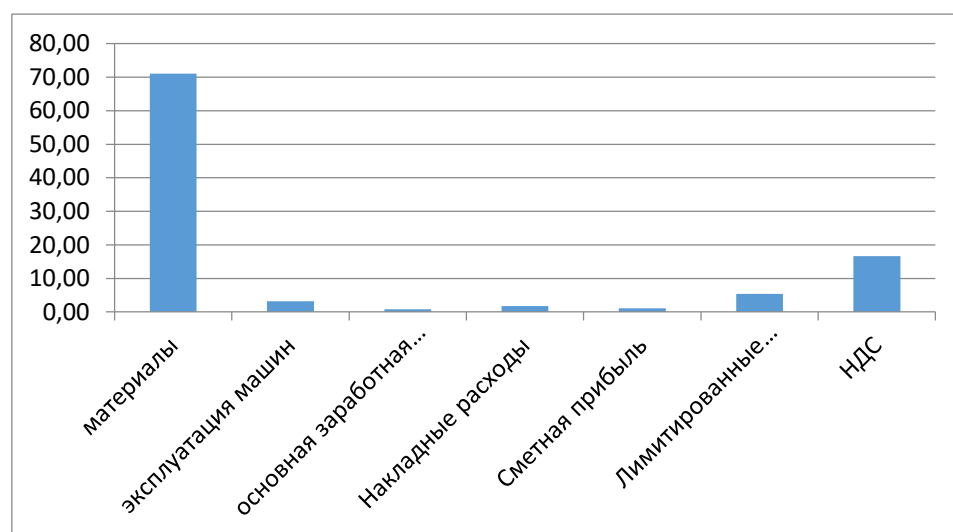


Рисунок 6.1 – Структура локального сметного расчета по составным элементам, %.

На основании представленных данных в таблице и на диаграмме, можно выделить, что больший удельный вес приходится на прямые затраты, из которых наибольшую долю имеют затраты на материалы, а наименьшую – затраты на основную заработную плату; самый малый удельный вес в структуре локального сметного расчета приходится на сметную прибыль.

## 6.2 Техничко-экономические показатели проекта.

Техничко-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Техничко-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Техничко-экономические показатели проекта склада с административными помещениями сведены в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Техничко-экономические показатели проекта индивидуального жилого дома

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
1	2	3
1. Объемно-планировочные показатели:		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	2353,97
Количество этажей	шт	1,00
Высота до низа стропильных конструкций	м	18,33

## Окончание таблицы 6.2

1	2	3
Строительный объем, всего	м <sup>3</sup>	50 751,60
Общая площадь	м <sup>2</sup>	2353,97
Объемный коэффициент		21,56
2. Стоимостные показатели:		
Общая сметная стоимость возведения каркаса, всего в том числе стоимость общестроительных работ	руб	38 559 287,78 30 044 324,77
3. Показатели трудовых затрат:		
Трудоемкость производства общестроительных работ, чел.-час.	чел - час	3690,72
Трудоемкость производства общестроительных работ на 1 м <sup>2</sup> площади (общей)	чел - час	1,57
Нормативная выработка на 1 чел.-ч	руб / чел - ч	8140,50
4. Прочие показатели проекта:		
Продолжительность строительства	мес	24

Объемный коэффициент  $K_{об}$  определяется по формуле отношением объема здания ( $V_{стр}$ ) к рабочей площади и зависит от общего объема здания, определяемый по формуле

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{пол}}, \quad (6.1)$$

где  $V_{стр}$  – объем здания, м<sup>3</sup>;

$S$  – площадь застройки.

Принимаем:  $V_{стр} = 50\,751,60$  м<sup>3</sup>;  $S_{пр} = 2353,97$  м<sup>2</sup>.

Подставляя значения в формулу (1.3), получаем

$$K_{об} = \frac{50\,751,60}{2353,97} = 21,56.$$

Сметную себестоимость общестроительных работ на 1 м<sup>2</sup> площади  $C$ , руб., определяем по формуле

$$C = \frac{ПЗ+НР+ЛЗ}{S}, \quad (6.2)$$

где  $ПЗ$  – величина прямых затрат, руб.;

$НР$  – величина накладных расходов, руб.;

$ЛЗ$  – величина лимитированных затрат, руб.

Принимаем:  $ПЗ = 30\,044\,324,77$  руб.;  $НР = 696\,349,75$  руб.;

$ЛЗ = 2\,088\,385,06$  руб.;  $S = 2353,97$  м<sup>2</sup>.

Подставляя значения в формулу (6.2), получаем

$$C = \frac{30044324,77+696349,5+2088385,06}{2353,97} = 13946,26 \text{ руб.}$$

Сметную рентабельность производства (затрат) общестроительных работ  $R_3$ , %, определяем по формуле

$$R_3 = \frac{СП}{ПЗ+НР+ЛЗ} \cdot 100\%, \quad (6.3)$$

где СП – величина сметной прибыли (по локальному сметному расчету), руб.;

ПЗ – то же, что и формуле (6.2);

НР – то же, что и формуле (6.2);

ЛЗ – то же, что и формуле (6.2).

Принимаем: ПЗ = 30 044 324,77 руб.; НР = 696 349,75 руб.;

ЛЗ = 2 088 385,06 руб.; СП = 427 006,92 руб.

Подставляя значения в формулу (6.3), получаем

$$R_3 = \frac{427006,92}{30044324,77+696349,75+2088385,06} \cdot 100\% = 1,3 \%$$

Нормативная выработка В на 1 чел.-ч, руб./чел.-ч., определяется по формуле

$$B = \frac{C_{\text{смп}}}{ТЗО_{\text{см}}}, \quad (6.4)$$

где  $C_{\text{смп}}$  - стоимость строительно-монтажных работ по итогам сметы, руб.;

$ТЗО_{\text{см}}$  - затраты труда основных рабочих по смете, чел.-ч.

Принимаем:  $C_{\text{смп}} = 30\,044\,324,77$  руб.;  $ТЗО_{\text{см}} = 3\,690,72$  чел.-ч.

Подставляя значения в формулу (6.4), получаем

$$B = \frac{30044324,77}{3690,72} = 8140,5 \text{ руб/чел – час.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа на тему «Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекающей фабрики чанового выщелачивания) в г. Кызыл» разработана в соответствии с заданием на ВКР.

В архитектурно-строительном разделе были разработаны объемно-планировочные и конструктивные решения.

В расчетно-конструктивном разделе были рассчитаны и сконструированы стропильная ферма и прогон покрытия.

В разделе проектирования оснований и фундаментов были рассчитаны и сконструированы монолитные железобетонные фундаменты мелкого заложения.

В технологической части разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса.

В разделе организации строительного производства разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания.

В разделе экономики составлен локальный сметный расчет на возведение металлического каркаса.

В квалификационной работе разработаны мероприятия по обеспечению соблюдения всех требований охраны труда и техники безопасности в соответствии с нормативными документами.

Выпускная квалификационная работа разработана на основании действующих нормативных документов, справочной и учебной литературы.

В итоге получен проект, разделы которого охватывают все основные вопросы реального проектирования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменением N 2) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084848>.
3. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200111003>.
4. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9053801>.
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>.
6. Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902111644>.
7. ГОСТ 27772-88. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия (с Изменением N 1) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-27772-88>.
8. СТО АСЧМ 20-93 Прокат стальной сортовой фасонного профиля. Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия (с Изменением N 1) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200034160>.
9. ГОСТ 30245-2003. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30245-2003>.
10. ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент (с Изменением N 1) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200019824>.
11. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084089>.
12. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25100-2011>.
13. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084710>.

14. Эффективные фундаменты легких зданий на пучинистых грунтах / В.Г. Симагин – Петрозаводск, 2002.
15. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097510>.
16. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003338>.
17. Эклер, Н.А. Выбор монтажных кранов: методические указания / Н.А. Эклер. – Красноярск: КГТУ, 2004 – 36 с.
18. Байков В.Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1991.
19. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов/ Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведерников и др.; Под общей редакцией Е.И.Беленя.- 6-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560с.
20. Металлические конструкции. В 3-х т. Т.1. Элементы конструкций: Учеб. Пособие для строит. Вузов/ В.В.Горев, Б.Ю.Уваров, В.В.Филиппов и др.; Под ред. В.В.Горева. – М.: Высш. Шк. 1997. – 527 с.: ил
21. Металлические конструкции: учебное пособие для вузов/ В.К. Файбишенко. – М.:Стройиздат, 1984. – 336с., ил.
22. Расчет стальных конструкций: Справ. пособие / Я.М. Лихтарников, Д.В. Ладыжский, В.М. Клыков. – 2-е изд., перераб. И доп. – Киев: Будивельник, 1984. – 386с.
23. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно – теоретический. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А.А.Уманского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Стройиздат, 1972. –600с.
24. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Гражданские здания: Учеб. для вузов / А.В.Захаров, Т.Г.Маклакова, А.С.Ильяшев и др.; Под общ. ред. А.В.Захарова. – М.: Стройиздат, 1993. – 509 с.: ил.
25. Гражданские и промышленные здания: Учеб. для вузов / Скоров Б.М. – М.: Высшая школа, 1978. – 439 с., ил.
26. Берлинов М.В., Ягупов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов: учеб. Для техникумов. – М.: Стойиздат, 1986. – 173с.: ил.
27. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.01.01-83) /НИИОСП им. Герсевича. – М.: Стройиздат, 1986. – 415с. с.:ил.
28. Снежко А. П., Батура Г.М. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирования: Учеб. пособие. – К.: Выща шк., 1991. – 200 с.:ил.
29. Проектирование организации строительства объекта: Метод. указ. / Сост. И.В. Шарапова, П.В. Монастырев, - Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 1999. – 43 с.
30. Справочник по проектированию организации строительства. / Канюка Н.С., Шевчук Б.Н. и др. – К.: Будивельник, 1969. - 445 с.



31. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования.-М.: 2001.-42 с.

32. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство. - М.: Книга сервис, 2003. - 48 с.

33. Государственные элементные сметные нормы на общестроительные работы (ГЭСН-2001). 12 сборников (№ 1, 6 - 12, 15 - 18). - М.: Госстрой России, 2000.

34. Дикман Л. Г. Организация и планирование строительного производства: Управление строительными предприятиями с основами АСУ. - М.: Высш. шк, 1988.-559с.

35. Хамзин С. К., Карасев А. К. Технология строительного производства: Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие для строительных специальностей вузов. - М.: Высш. шк., 1989. - 216 с.

36. Соколов Г.К. Технология и организация строительства. Учебник. – М.: издательский центр «Академия», 2008. – 526 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. Теплотехнические расчёты ограждающих конструкций

### Стеновое ограждение

Расчет производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б.

- температура наружного воздуха периода со среднесуточной температурой воздуха  $< 8^{\circ}\text{C}$ :  $t_{\text{н}} = -15^{\circ}\text{C}$ .

- продолжительность отопительного периода:  $z_{\text{от}} = 225$  суток.

Параметры воздуха внутри жилых зданий из условия комфортности для холодного периода года определяем по СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», табл. 1:

- температура воздуха внутри здания:  $t_{\text{в}} = +20^{\circ}\text{C}$ ;

### Характеристика ограждающей конструкции:

Таблица А.1 – Материалы слоев ограждающей конструкции

Номер слоя	Наименование материала	Толщина слоя, $\delta$ , м	Теплопроводность, $\lambda$ , Вт/(м · °C)
1	Сэндвич панель «Геромлэнд»	?	0,048

1) Величину градусо-суток в течение отопительного периода определяем по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (\text{A1})$$

$$\text{ГСОП} = (20 - (-15)) \cdot 225 = 7875 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут/год}.$$

2) Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружной стены определяем по формуле:

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (\text{A2})$$

$$R_0^{\text{TP}} = 0,0003 \cdot 7875 + 1,2 = 3,56 \text{ м}^2 \cdot \text{}^{\circ}\text{C}/\text{Вт},$$

где  $a = 0,0003$ ,  $b = 1,2$  – коэффициенты, значения которых принимаем по данным СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

3) Сопротивление теплопередаче  $R^0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяется по формуле:

$$R_0 = (R_{\text{в}} + \sum R_k + R_{\text{н}}) \cdot r = \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot r \quad (\text{A.3})$$

где  $R_B = 1/\alpha_B$ ,  $\alpha_B$  — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·°C),  $\alpha_B=8,7$ ;

$R_H = 1/\alpha_H$ ,  $\alpha_H$  — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, Вт/(м<sup>2</sup>·°C),  $\alpha_H=23$ ;

$R_k$  — термическое сопротивление ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>·°C/Вт, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев;

$r$  — коэффициент теплотехнической однородности конструкции наружных ограждений, равный 0,75.

4) Исходя из этого, определяем толщину утеплителя:

$$\delta_1 = \left( \frac{R}{r} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right) * \lambda_1 \quad (A4)$$

$$\delta_1 = \left( \frac{3,56}{0,75} - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right) * 0,048 = 0,220 \text{ м.}$$

Принимаем сэндвич-панель толщиной 250 мм.

Определяем фактическое приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом принятой толщины утеплителя:

$$R_0^\phi = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,250}{0,048} + \frac{1}{23} \right) \cdot 0,75 = 3,76 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования), для проверки этого условия сравним  $R_0^{тр}$  и  $R_0^\phi$ .

$$R_0^{тр} < R_0^\phi.$$

$$3,56 \text{ м}^2\text{°C/Вт} < 3,76 \text{ м}^2\text{°C/Вт.} \text{ Условие выполняется.}$$

Принимаем сэндвич-панель «Термолэнд» толщиной 250 мм, шириной 1190 мм. Масса панели 26,4 кг/м<sup>2</sup>.

### **Кровельное покрытие**

Расчет производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты».

Условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б.

- температура наружного воздуха периода со среднесуточной температурой воздуха  $< 8^\circ\text{C}$ :  $t_H = -15^\circ\text{C}$ .

- продолжительность отопительного периода:  $z_{от} = 225$  суток.

Параметры воздуха внутри жилых зданий из условия комфортности для холодного периода года определяем по СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», табл. 1:

- температура воздуха внутри здания:  $t_{в} = + 20^{\circ}\text{C}$ ;

Характеристика ограждающей конструкции:

Таблица А.2 – Материалы слоев ограждающей конструкции

Номер слоя	Наименование материала	Толщина слоя, $\delta$ , м	Теплопроводность, $\lambda$ , Вт/(м · °С)
1	Стальной профилированный настил, $\rho=7900$ кг/м <sup>3</sup>	0,006	17,5
2	Пароизоляция – мембрана ТЕХНОНИКОЛЬ, $\rho=1900$ кг/м <sup>3</sup>	0,00001	в расчетах не участвует
3	Минераловатные плиты ТЕХНОНИКОЛЬ, $\rho=100$ кг/м <sup>3</sup>	x	0,048
4	Разделительный фильтрующий слой (геотекстиль), $\rho=300$ кг/м <sup>3</sup>	0,002	в расчетах не участвует
5	ПВХ-мембрана Renofol CV	0,0015	в расчетах не участвует

1) Величину градусо-суток в течение отопительного периода определяем по формуле (А1):

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{н}) \cdot z_{от},$$

$$\text{ГСОП} = (20 - (-15)) \cdot 225 = 7875 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}.$$

2) Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружной стены определяем по формуле (А2):

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

$$R_0^{\text{TP}} = 0,0004 \cdot 7875 + 1,6 = 4,75 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт},$$

где  $a = 0,0004$ ,  $b = 1,6$  – коэффициенты, значения которых принимаем по данным СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

3) Сопротивление теплопередаче  $R^0$ , м<sup>2</sup>·°C/Вт, многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяется по формуле (А3):

$$R_o = (R_{в} + \sum R_k + R_{н}) = \left( \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_{н}} \right)$$

где  $R_{в} = 1/\alpha_{в}$ ,  $\alpha_{в}$  — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·°C),  $\alpha_{в}=8,7$ ;

$R_H = 1/\alpha_H$ ,  $\alpha_H$  — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, Вт/(м<sup>2</sup>·°C),  $\alpha_H=12$ ;

$R_k$  — термическое сопротивление ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>·°C/Вт, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев;

4) Исходя из этого, определяем толщину утеплителя (А4):

$$\delta_2 = \left( \frac{R}{r} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right) * \lambda_1$$

$$\delta_2 = \left( 4,75 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,006}{17,5} + \frac{1}{12} \right) \right) * 0,048 = 0,218 \text{ м.}$$

Принимаем сэндвич-панель толщиной 250 мм.

Определяем фактическое приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом принятой толщины утеплителя:

$$R_0^\Phi = \frac{1}{8,7} + \frac{0,250}{0,048} + \frac{1}{12} = 5,41 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования), для проверки этого условия сравним  $R_0^{TP}$  и  $R_0^\Phi$ .

$$R_0^{TP} < R_0^\Phi.$$

$$4,75 \text{ м}^2\text{°C/Вт} < 5,41 \text{ м}^2\text{°C/Вт. Условие выполняется.}$$

Принимаем утеплитель из минераловатных плит ТЕХНОНИКОЛЬ толщиной 250 мм, плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>.

### **Светопрозрачные конструкции**

Расчетную температуру наружного воздуха принимаем по средней температуре наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 согласно СП131.13330.2012 «Строительная климатология», табл. 3.1:

- температура наружного воздуха периода со среднесуточной температурой воздуха < 8 °C:  $t_H = - 15^\circ\text{C}$ .

- продолжительность отопительного периода:  $z_{от} = 225$  суток.

Параметры воздуха внутри жилых зданий из условия комфортности для холодного периода года определяем по СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», табл. 1:

- температура воздуха внутри здания:  $t_B = + 20^\circ\text{C}$ ;

Величину градусо-суток в течение отопительного периода определяем по формуле (A1):

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot z_{\text{от}},$$

$$\text{ГСОП} = (20 - (-15)) \cdot 225 = 7875 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}.$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружной стены определяем по формуле (A2):

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00005 \cdot 7875 + 0,2 = 0,594 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

где  $a = 0,00005$ ,  $b = 0,2$  — коэффициенты, значения которых принимаем по данным СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», табл.3.

Выбираем заполнение световых проемов по СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», прилож. Л, — стекло и двухкамерный ПХВ стеклопакет в отдельных переплетах из обычного стекла. ( $R = 0,65 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ).

$$R_0^{\phi} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_0^{\text{TP}} = 0,594 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}. \text{ Условие выполняется.}$$

## Приложение Б

### Локальный сметный расчёт на возведение каркаса основного блока главного корпуса ЗИФ ЧВ

Основание: Проектная документация

Сметная стоимость: 38 559 278,79 руб.

-- строительных работ: 30 044 324,77 руб.

Средства на оплату труда: 1 215 512,05 руб.

-- оплата труда основных рабочих: 656 933,73 руб.

-- оплата труда машинистов: 558 578,32 руб.

Трудозатраты: 3 690,72 чел.-ч

Составлен(а) в текущих прогнозных ценах по состоянию на 1 квартал 2018 года

№ пп	Обосно- вание	Наименование	Ед. изм.	Кол .	Стоимость единицы, руб				Общая стоимость, руб				Затраты труда рабочих, чел-ч, не занятых обслужив анием машин			
					Все го	В том числе			Всего	В том числе						
						Осн. з/п	Эк. маш.	з/п мех.		Ма т.	Осн. з/п	Эк. маш.	з/п мех.	Мат.	На един ицу	Вс его
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Раздел 1 "Каркас"</b>																
1	ФЕР 09-01-005-04	Монтаж металлических колонн со связями	т	133	565	195	262	29	108	75 024	25 936	34 770	3 818	14 318	19	2 506
	ФССЦ 07.2.07.13-0051	Конструкции связей, распорок и рамок металлические	т	118	19 575				19 575	2 304 163				2 304 163		

	ФССЦ 07.2.07.13- 0042	Конструкции колонн и анкерных планок металлические	т	15	15 167				15 167	228 873				228 873		
2	ФЕР 09-03- 012-02	Монтаж стропильных ферм на высоте до 25 м пролетом до 24 м и массой до 5 т.	т	21	624	155	382	44	87	13 111	3 263	8 013	921	1 836	17	364
	ФССЦ 07.2.07.13- 0101	Конструкции стропильных ферм металлические	т	21	15 828				15 828	332 396				332 396		
3	ТЕР 09-03- 006-0003	Монтаж подвесных путей на высоте до 25 м прямолинейных по металлическим опорам 45М	100 м	1	21 510	3 146	17 872	3 063	492	18 068	2 643	15 012	2 573	413	343	288
	ФССЦ 07.2.03.06- 0092	Пути подвесных кранов из прокатного двутавра типа "М"	т	12	9 328				9 328	107 828				107 828		
4	ФЕР 09-03- 005-01	Монтаж подкрановых путей по металлическим подкрановым балкам для рельсов типа Р	100 м	1	8 235	2 757	5 139	609	339	8 894	2 978	5 550	657	366	307	332
	ФССЦ 07.2.07.13- 0011	Балки под установку рельсовых путей	т	10	9 267				9 267	96 745				96 745		
	ФССЦ 07.2.03.06- 0021	Детали крепления рельсов	т	1	11 259				11 259	9 897				9 897		
5	ТЕР 09-03- 013-0001	Монтаж вертикальных связей в виде ферм в пролётах до 24 м при высоте здания до 25 м	т	4	963	490	308	35	164	3 456	1 761	1 105	34 142	590	56	201
	ФССЦ 07.2.07.13- 0051	Конструкции связей, распорок и рамок металлические	т	4	19 575				19 575	70 274				70 274		

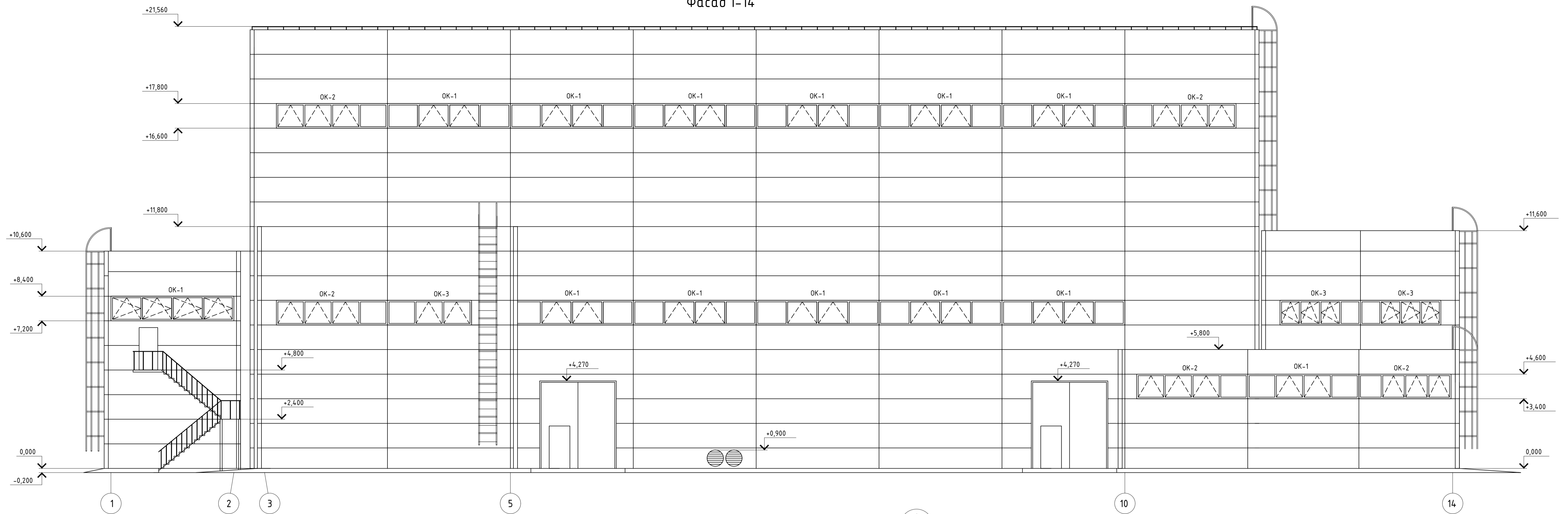


6	ТЕР 09-03-015-0001	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания до 25 м	т	17	504	138	280	25	85	8 719	2 387	4 852	426	1 479	16	
	ФССЦ 07.2.07.13-0046	Конструкции прогонов металлические	т	17	13 234				13 234	228 951				228 951		
<b>Итого по разделу 1 "Каркас" в базисных ценах:</b>																
ФОТ:										81						
Материалы										505,43						
Машины и механизмы:										3 398						
Сметная прибыль (65%):										128,24						
Накладные расходы (106%):										69						
Итого по разделу 1										302,52						
										52						
										978,53						
										86						
										395,75						
										3 688						
										310,47						
<b>Итого по разделу 1 "Каркас" с учетом индекса (8,06):</b>																
ФОТ:										656						
Материалы										933,73						
Машины и механизмы:										#####						
Сметная прибыль (65%):										####						
Накладные расходы (106%):										558						
Итого по разделу 1										578,32						
										427						
										006,92						
										696						
										349,75						
										#####						
										####						
<b>Раздел 2 "Доставка"</b>																

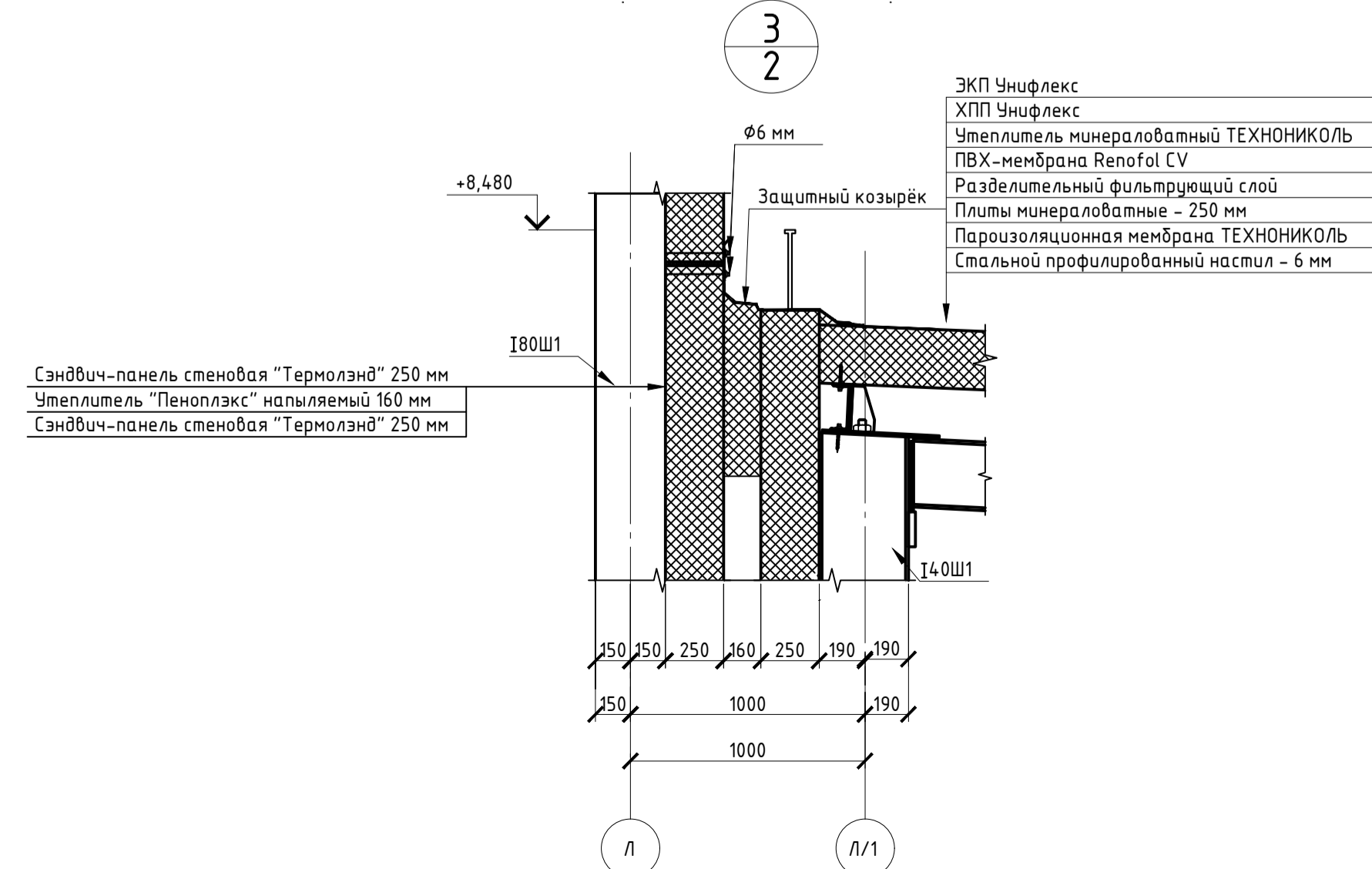
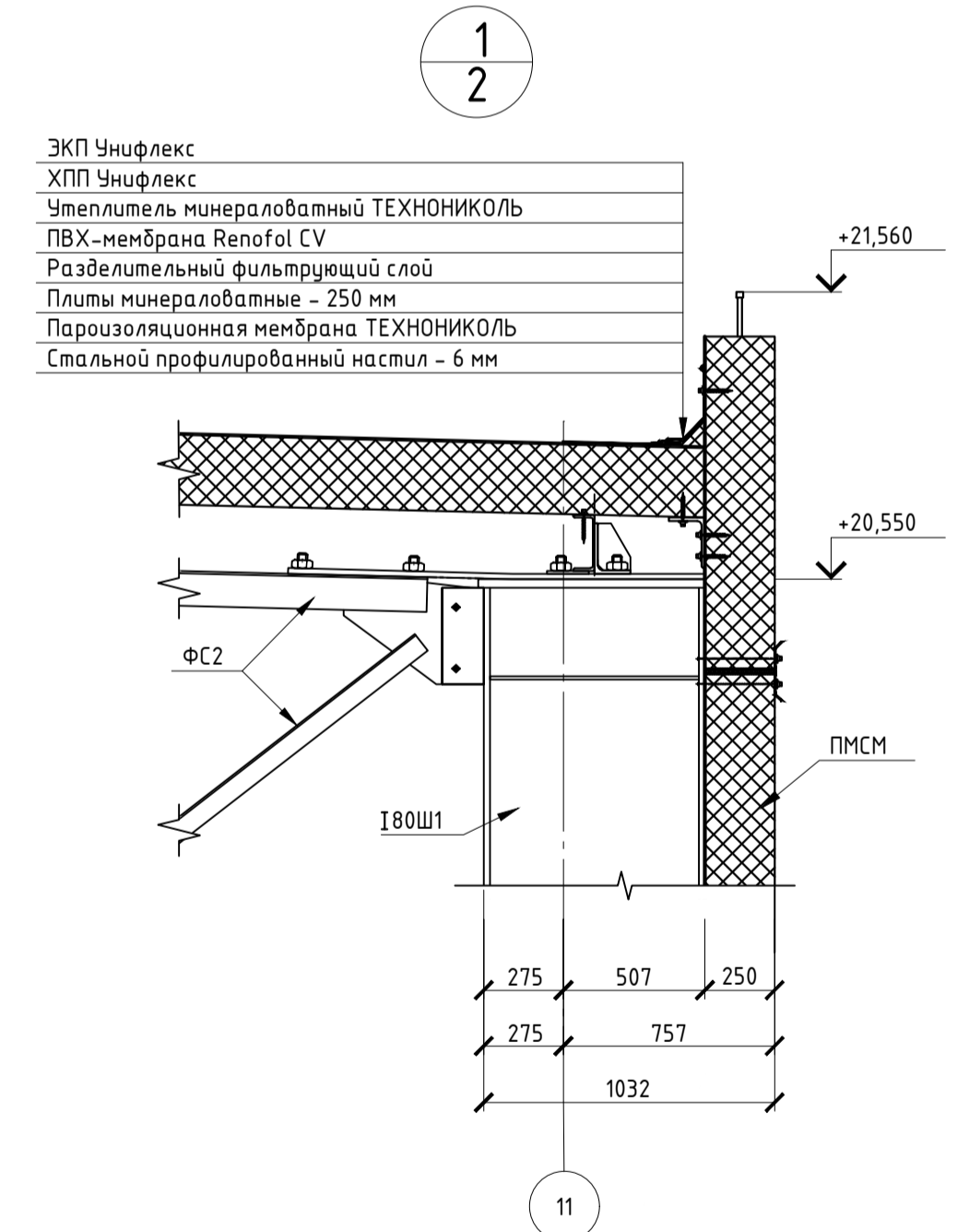
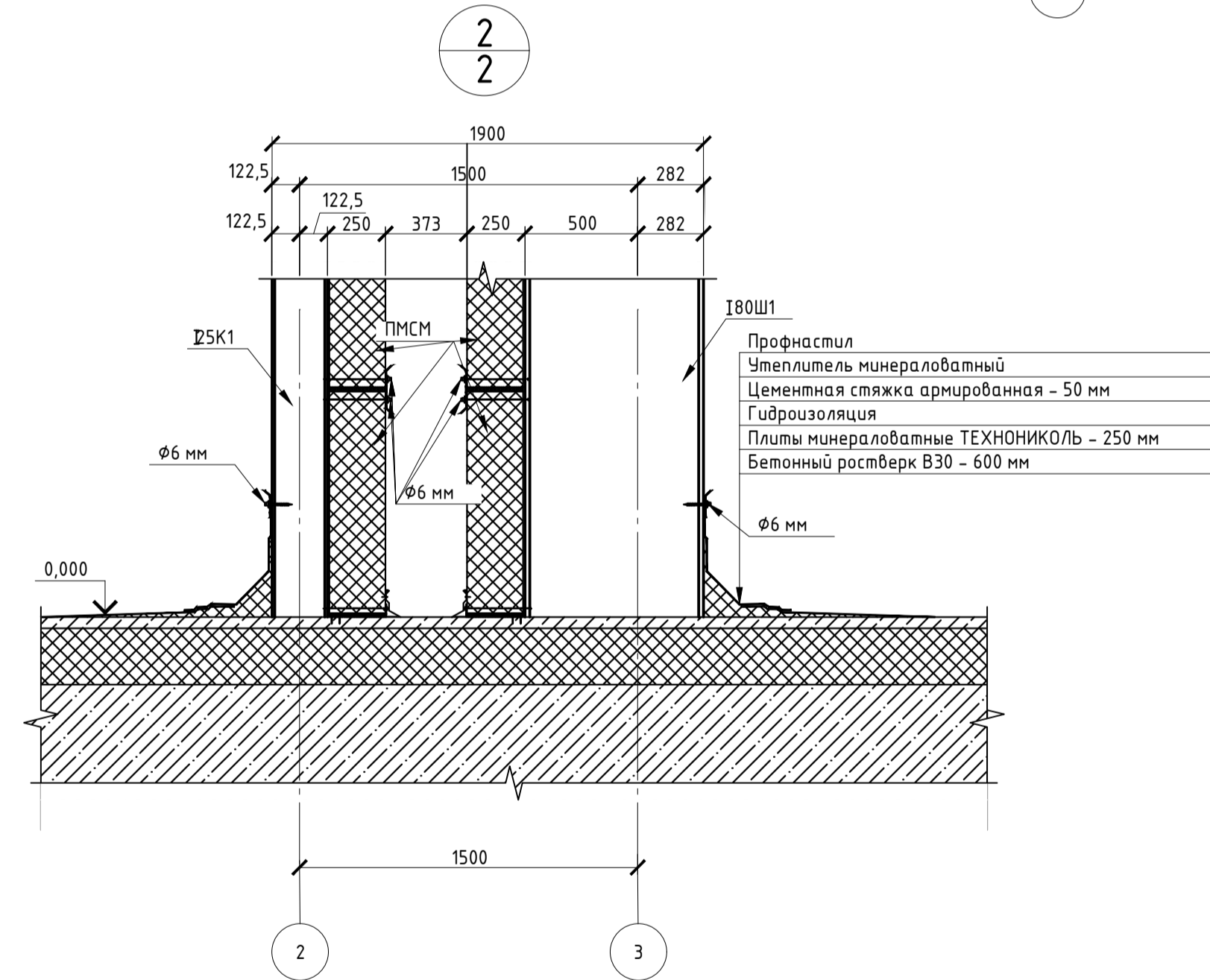
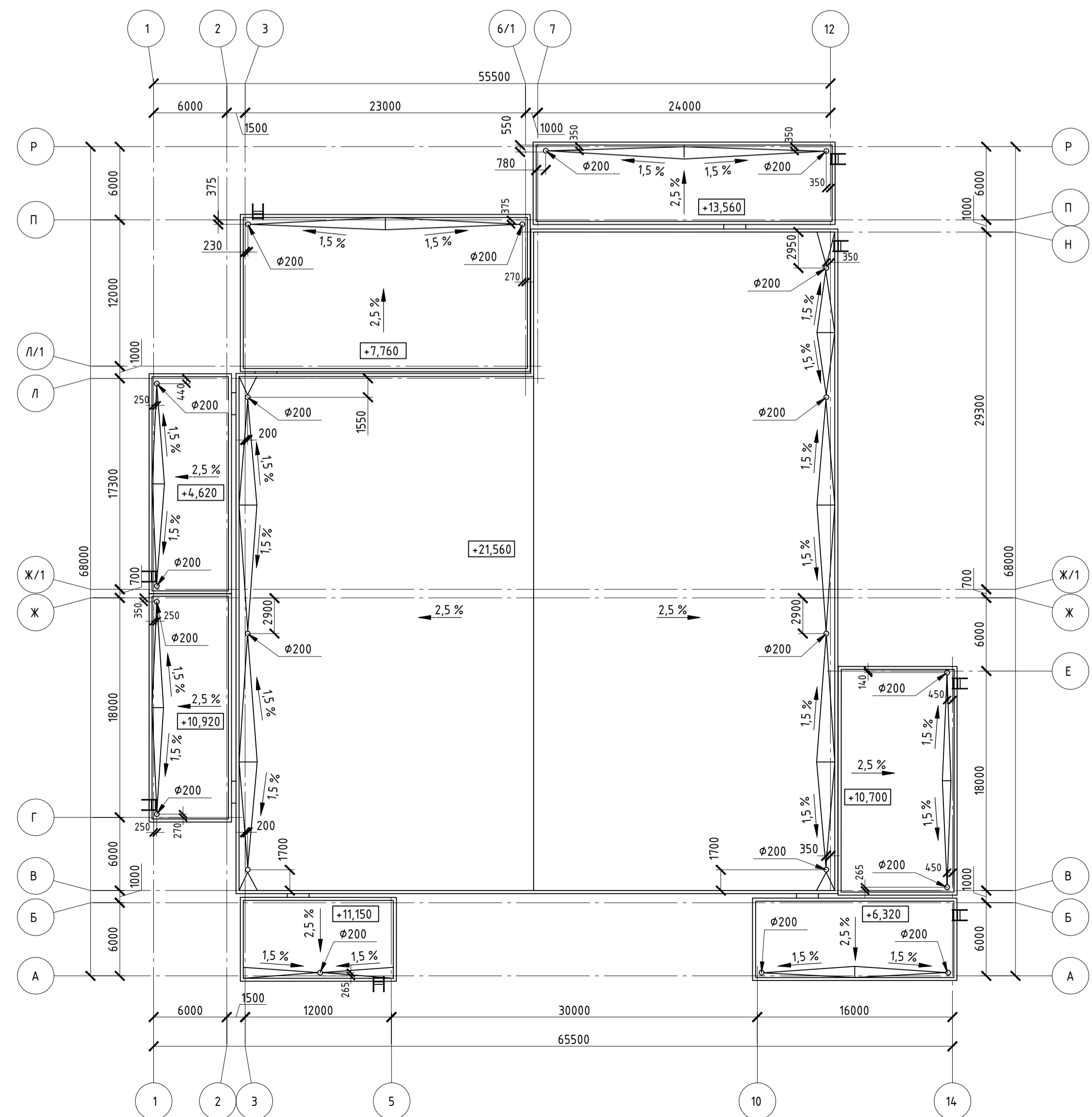
	ФССЦ 3.10.12.01- 0001	Перевозка строитеотных грузов бортовым автомобилем грузоподъёмностью до 15 т (500 км)	т	252	156						39273						
<b>Итого по разделу 2 "Доставка" в базисных ценах:</b>																	
ФОТ:											0,00						
Материалы											0,00						
Машины и механизмы:											0,00						
Сметная прибыль (65%):											0,00						
Накладные расходы (106%):											0,00						
Итого по разделу 2											39 273,25						
<b>Итого по разделу 2 "Доставка" с учетом индекса (8,06):</b>																	
ФОТ:											<b>0,00</b>						
Материалы											<b>0,00</b>						
Машины и механизмы:											<b>0,00</b>						
Сметная прибыль (65%):											<b>0,00</b>						
Накладные расходы (106%):											<b>0,00</b>						
Итого по разделу 2											<b>316 542,36</b>						
<b>Итого по смете:</b>																	
ФОТ:											81 505,43						
Материалы											3 398 128,24						
Машины и механизмы:											69 302,52						
Сметная прибыль:											52 978,53						
Накладные расходы:											86 395,75						
Итого по смете:											3 727 583,72						
<b>Итого по смете с учетом индекса (8,06):</b>																	
ФОТ:											656 933,73						

Материалы	27 388 913,65
Машины и механизмы:	558 578,32
Сметная прибыль:	427 006,92
Накладные расходы:	696 349,75
Итого по смете:	30 044 324,77
Затраты на временные здания и сооружения (1,8%):	540 797,85
Итого по смете с затратами на временные здания и сооружения:	30 585 122,62
Затраты на зимнее удорожание (3%):	917 553,68
Итого по смете с затратами на зимнее удорожание:	31 502 676,30
Затраты на непредвиденные расходы (2%):	630 053,53
Итого по смете с затратами на непредвиденные расходы:	32 132 729,82
НДС (20%):	6 426 545,96
Итого по смете с НДС:	<b>38 559 275,79</b>
Затраты труда по смете	3 690,72

Фасад 1-14



План кровли



ЭКП Унифлекс  
ХПП Унифлекс  
Утеплитель минераловатный ТЕХНИКОЛЬ  
ПВХ-мембрана RenoGel CV  
Разделительный фильтрующий слой  
Плиты минераловатные - 250 мм  
Пароизоляционная мембрана ТЕХНИКОЛЬ  
Стальной профилированный настил - 6 мм

ЭКП Унифлекс  
ХПП Унифлекс  
Утеплитель минераловатный ТЕХНИКОЛЬ  
ПВХ-мембрана RenoGel CV  
Разделительный фильтрующий слой  
Плиты минераловатные - 250 мм  
Пароизоляционная мембрана ТЕХНИКОЛЬ  
Стальной профилированный настил - 6 мм

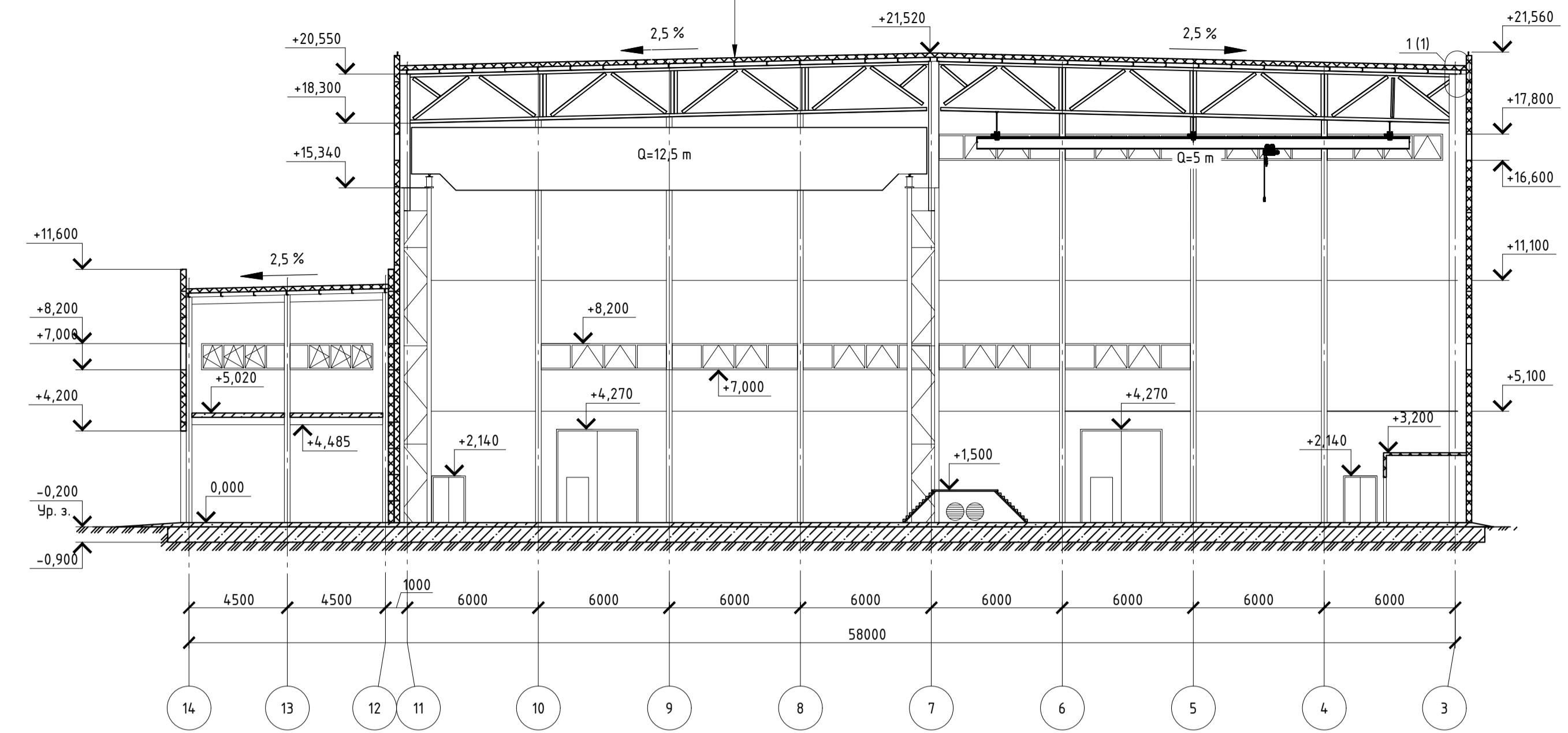
Сэндвич-панель стеновая "ТермоЗна" 250 мм  
Утеплитель "Пеноплекс" напыляемый 160 мм  
Сэндвич-панель стеновая "ТермоЗна" 250 мм

1. За отметку 0,000 принята поверхность чистого пола.
2. Работы по устройству кровли выполняются в соответствии с СП 17.13330.2011 "Кровли".
3. Читать совместно с листом 2 и ПЗ БР 08.03.01.01.

БР 08.03.01.01 - 2019 АР				
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет "Инженерно-строительный институт"				
Изм.	Кол.уч.	Лист № док.	Подп.	Дата
Разработал	Белов Ю.В.			
Консультант	Казакова Е.В.			
Руководитель	Петухова И.Я.			
Н. контроль	Петухова И.Я.			
Зав.кафедрой	Дворников С.В.			
Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотошвейцательной фабрики чанового выщелачивания) в г. Кызыл			Стадия	Лист
Фасад 1-14, план кровли, узел 1, узел 2, узел 3			Р	2
			Листов	7
			СКУС	

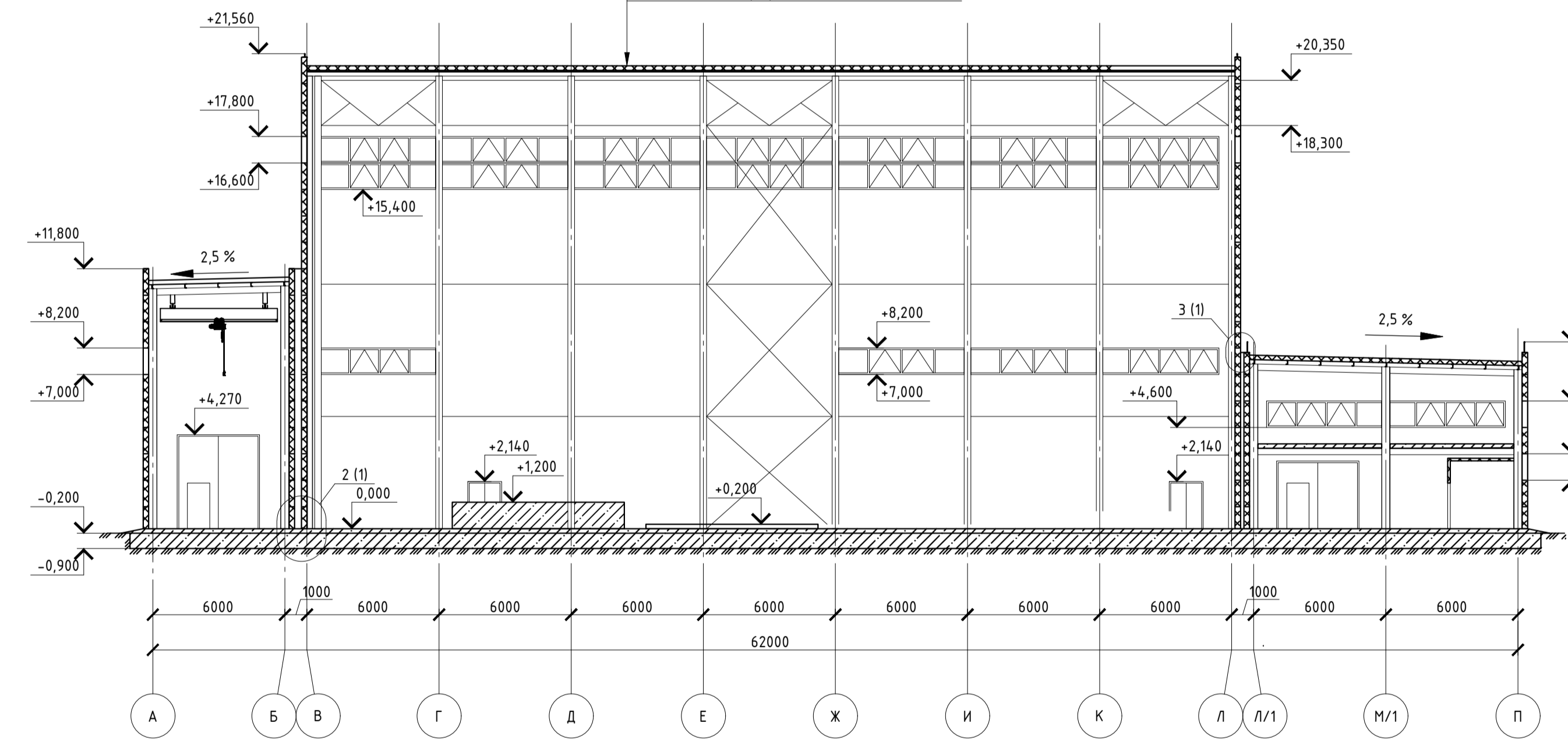
Разрез 1-1

ПВХ-мембрана Renofol CV  
 Разделительный фильтрующий слой  
 Плиты минераловатные ТЕХНОКОЛЬ - 250 мм  
 Пароизоляционная мембрана  
 Металлический профнастил - 6 мм

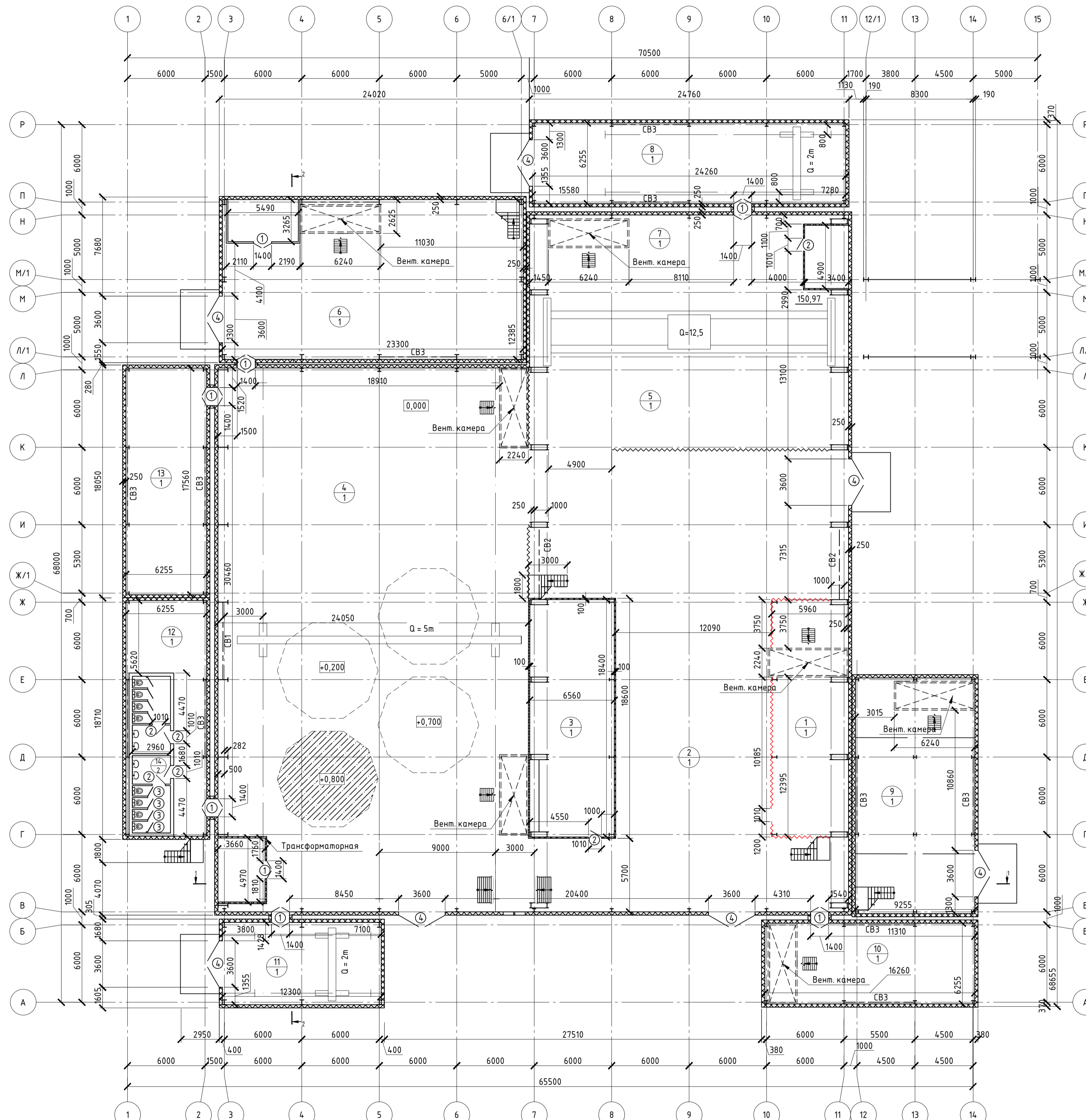


Разрез 2-2

ПВХ-мембрана Renofol CV  
 Разделительный фильтрующий слой  
 Плиты минераловатные ТЕХНОКОЛЬ - 250 мм  
 Пароизоляционная мембрана  
 Металлический профнастил - 6 мм



План первого этажа на отметке 0,000



1. За отметку 0,000 принята поверхность чистого пола.
2. Стены выполнены из сэндвич-панелей "Термопанель" толщиной 250 мм.
3. Двери в санузлах устанавливаются с порогом 20 мм.
4. Ведомость заполнения оконных и дверных проёмов см. ПЗ БР 08.03.01.01.
5. В каждом производственном корпусе предусмотрены подсобные помещения: вентиляционные камеры, трансформаторные.
6. Вокруг здания предусмотреть отмостку шириной 1000 мм, с уклоном от здания не менее 2% по уплотнённому щебеночному основанию.
7. Лист 2 читать совместно с пояснительной запиской и л. 1.

БР 08.03.01.01 - 2019 АР					
ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Белов Ю.В.				
Консультант	Казакова Е.В.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н. контроль	Петухова И.Я.				
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.				
Главный корпус ЗИВ ЧВ (золотошвейцательной фабрики чанового выщелачивания) в г. Кызыл				Стадия	Лист
План первого этажа на отм. 0,000, разрез 1-1, разрез 2-2				Р	2
				Листов	7
				<b>СКУС</b>	

Схема расположения колонн на отметке 0,000

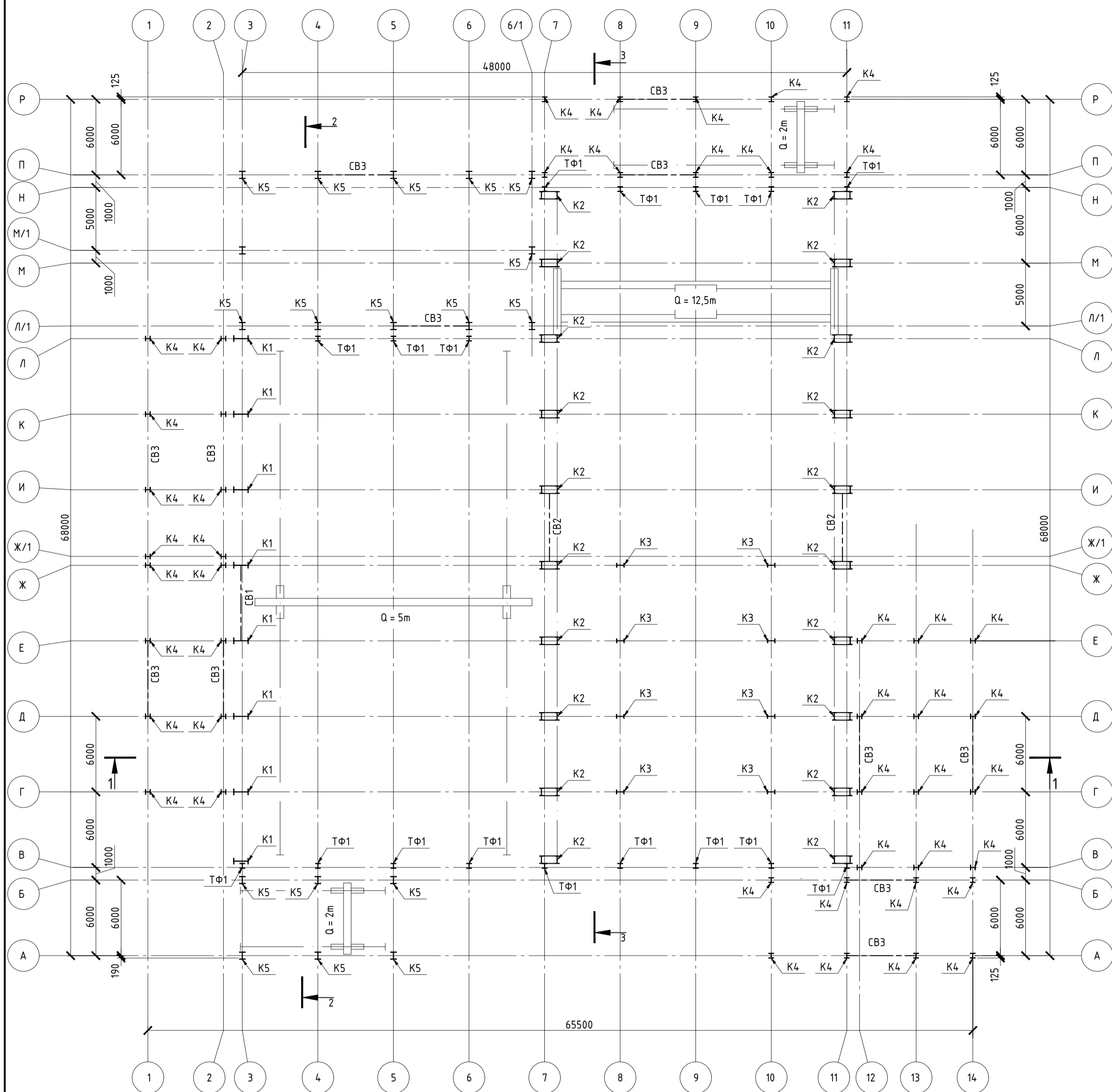
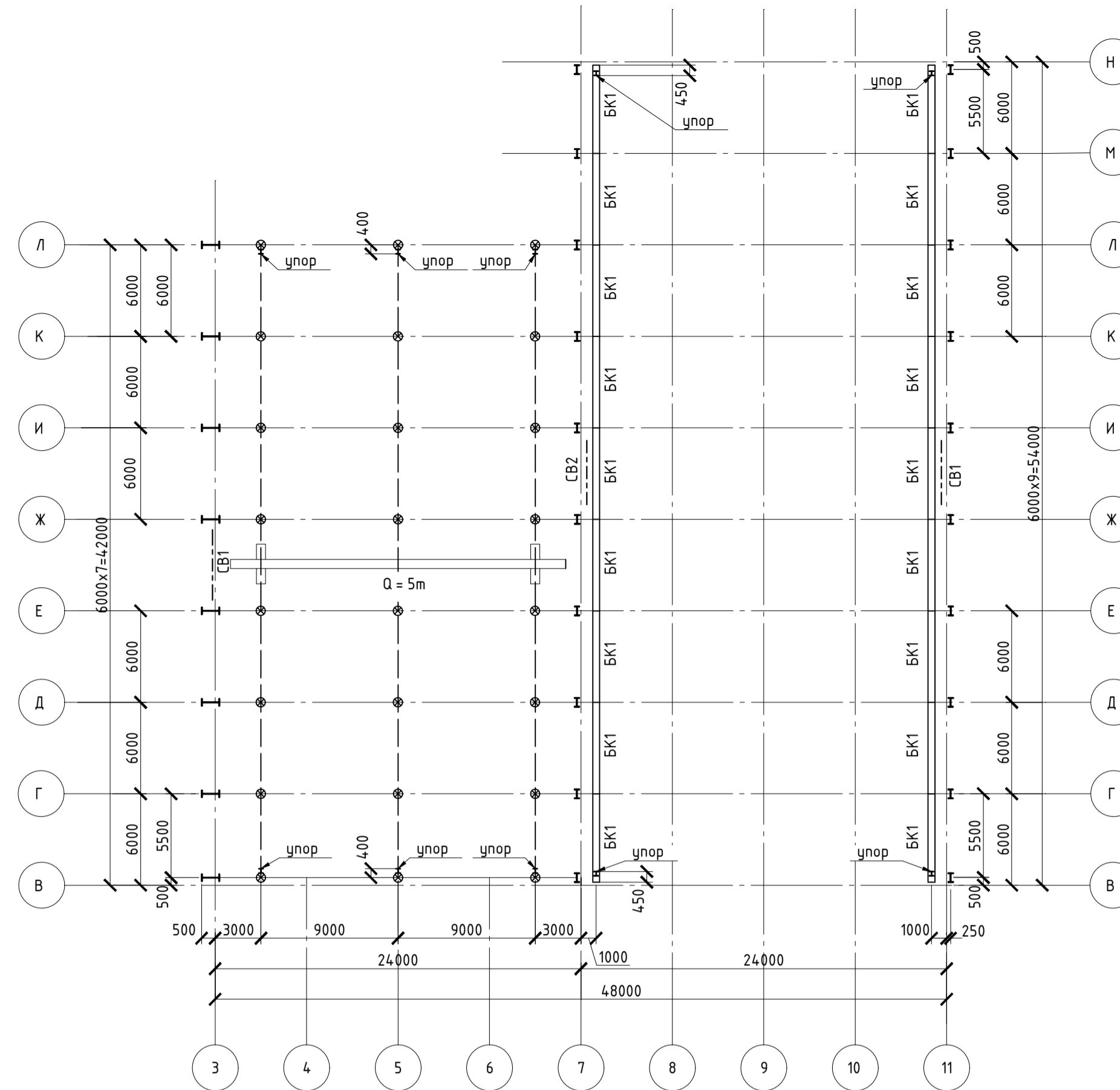
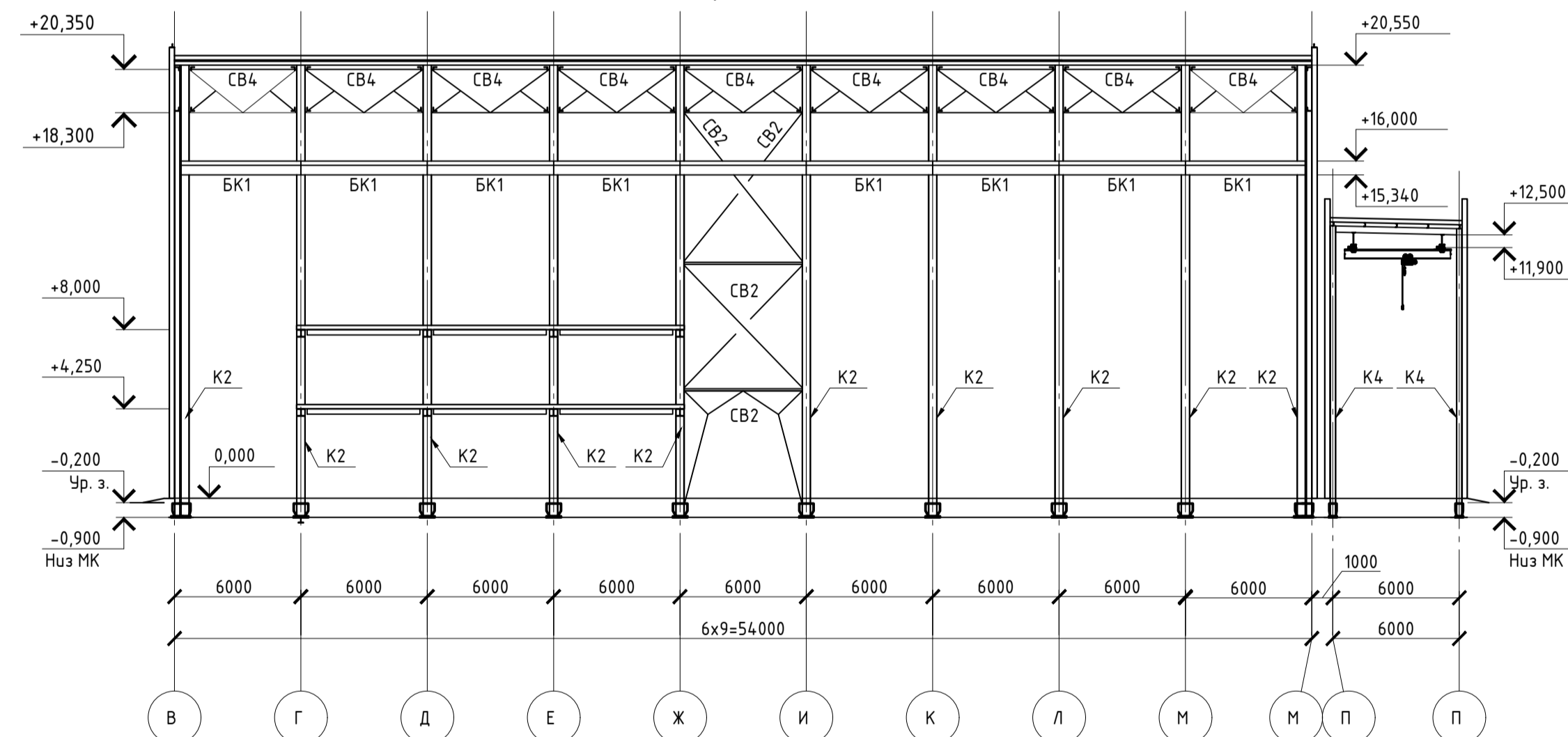


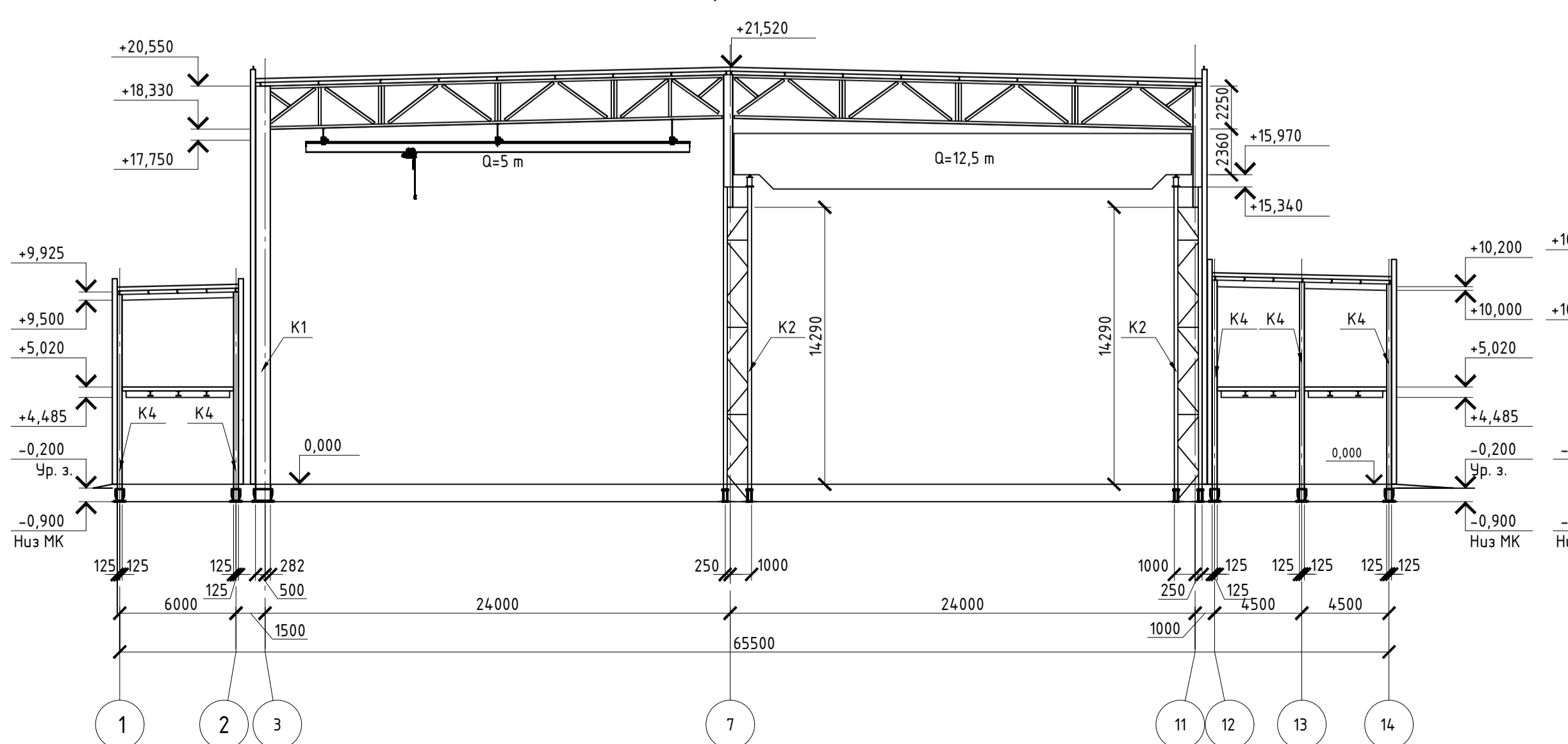
Схема расположения путей подвешного транспорта на отм. +17,500 и подкрановых кон-цях



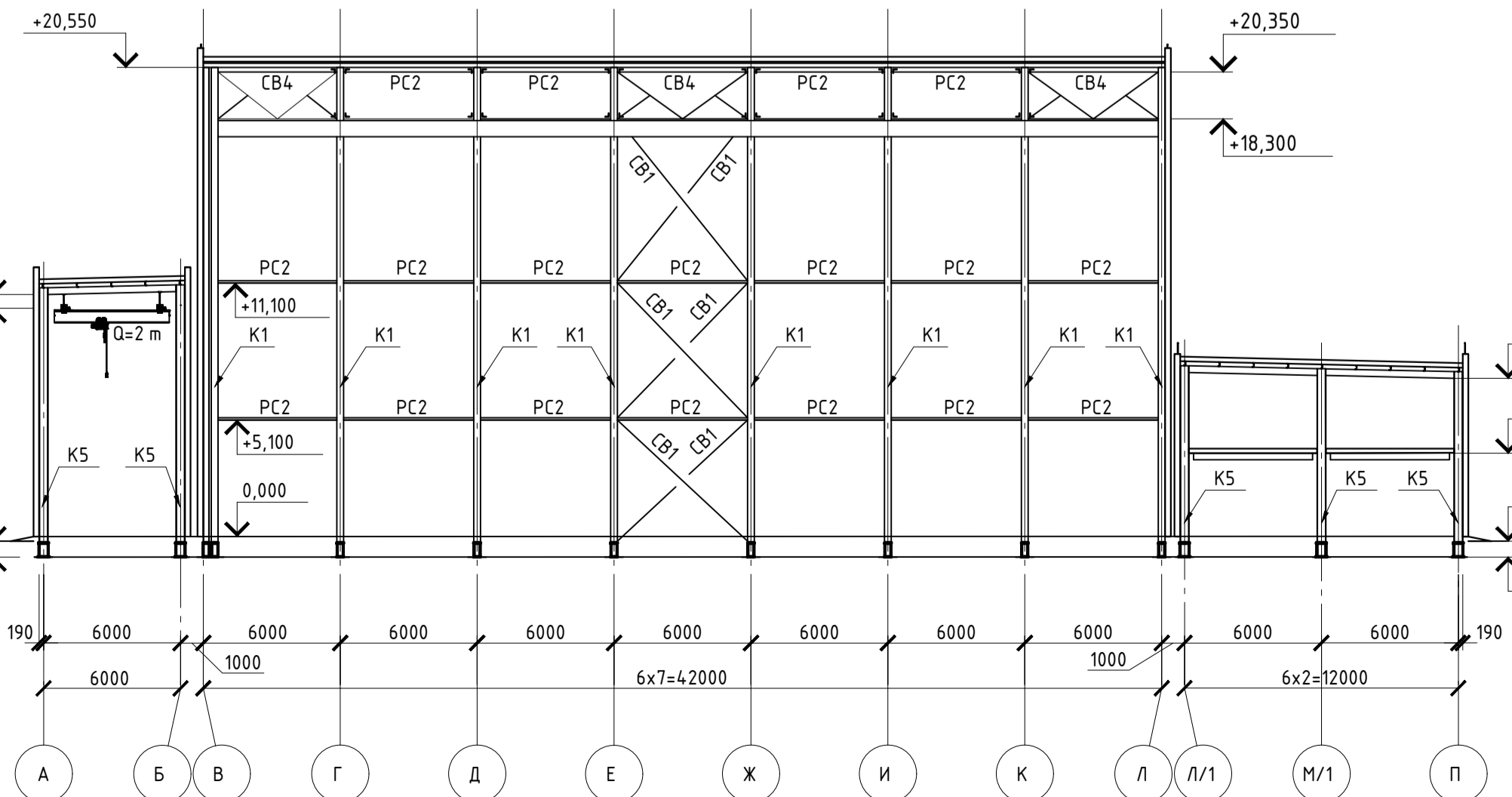
Разрез 3-3



Разрез 1-1

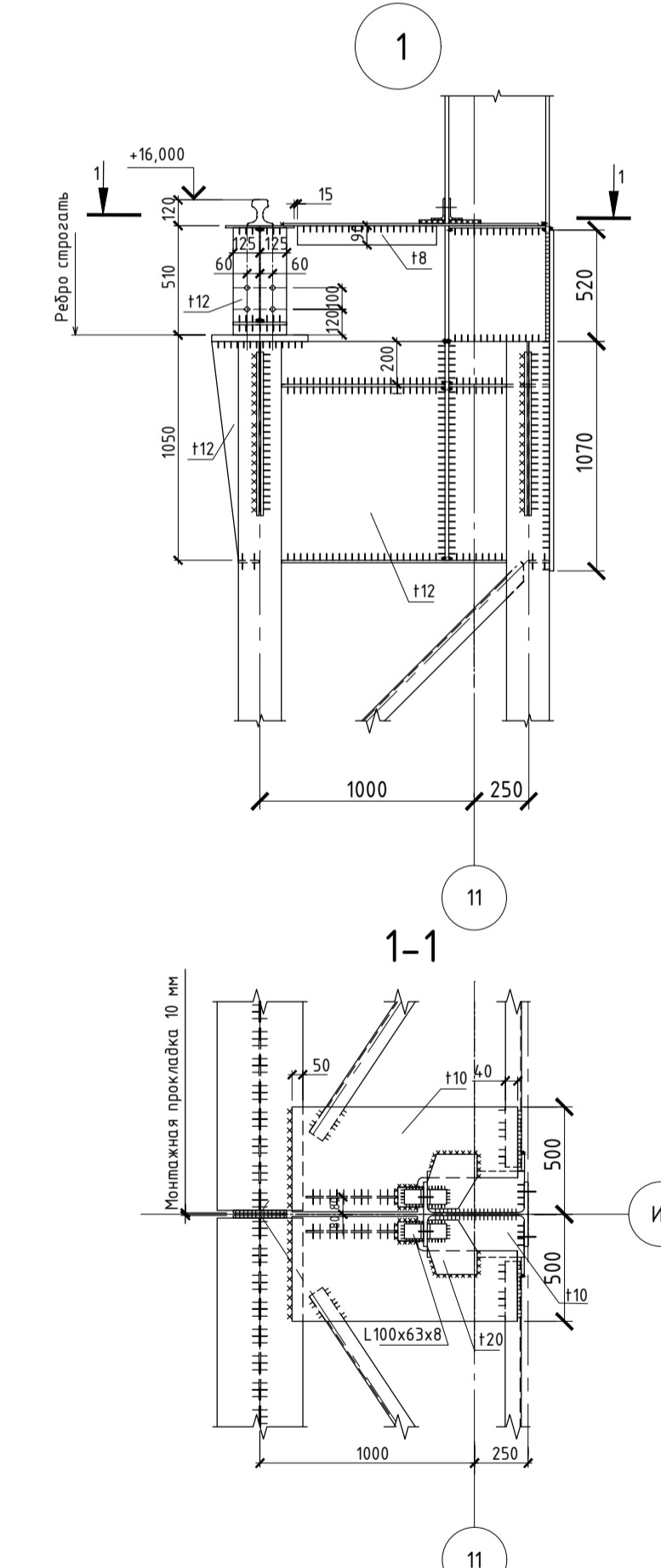


Разрез 2-2



Ведомость элементов

Марка	Сечение			Опорные усилия			Наименование стали	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	A, m	N, m	M, mm		
K1			1 I 80Ш1				S345	
K2		1	I 40Б2				S345	
		2	L 80x6				S345	
K3			1 I 40Б2				S345	
K4			1 I 25K1				S345	
K5			1 I 40Ш1				S345	
TФ1			1 I 25K1				S345	
CB1		1	с 12П				S345	
		2	L 50x5				S345	
		3	с 10П				S345	
CB2		1	с 16П				S345	
		2	L 50x5				S345	
		3	с 12П				S345	
CB3			Гн.с160x6				S345	
CB4	Сечение сложное						S345	
П			с 20П				S345	
СГ1			2 L 125x8				S345	
ФС1	Сечение сложное						S345	
ФС2	Сечение сложное						S345	
PC1		1	2 L 100x7				S345	
		2	с 12П				S345	
PC2		1	с 16П				S345	
		2	L 50x5				S345	
BK1		1	-320x10				S345	
		2	-440x6				S345	



- Указания по сварке конструкций: стыковые, поясные и угловые швы - заводские. Выполнять механизированной сваркой в среде углекислого газа или в его смеси с аргоном. Для ручной сварки конструкций марки стали S345 применять электроды типа Э30А. Размеры расчетных швов принимать в зависимости от усилий, указанных на схемах и в ведомостях элементов конструкций, кроме оголовных в узлах, а так же в зависимости от толщин свариваемых элементов.
- Монтаж элементов производить на болтах М20 по ГОСТ 7798-70\* "Болты с шестигранной головкой класса точности В", класс точности В, класс прочности 5,8. Гайки по ГОСТ 5915-70\* "Гайки шестигранные класса точности В", класс точности В, класс прочности 5. Шайбы по ГОСТ 11371-78\* "Шайбы. Технические условия".
- Все заводские соединения - сварные. Монтажные - сварные и болтовые.
- Конструкции покрытия и перекрытия внутренних помещений и помещений пристроек, пути подвешного транспортного оборудования незамаркированы.
- Работать совместно с листом 4.

Изм.				Лист № док.				Подп.				Дата			
Разработал				Петухов И.Я.				Белоус Ю.В.				Лист			
Консультант				Петухов И.Я.				Лист				Листов			
Руководитель				Петухов И.Я.				Лист				Листов			
Инженер				Петухов И.Я.				Лист				Листов			
Зав. кафедрой				Дворов С.В.				Лист				Листов			

БР 08.03.01.01-2019 КМ  
 ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
 Инженерно-строительный институт  
 Главный корпус ЗИФ ЧВ  
 (заломаозвлекательной фабрики чановозов  
 выщелачивания) в г. Кызыл  
 Схемы расположения колонн на отм. 0,000, Разрез 1-1,  
 2-2, 3-3, схема расположения путей подвешного  
 транспорта на отм. +17,500 и подкрановых кон-цях,  
 узел 1, ведомость элементов

СКУС

Формат А1

Схема расположения элементов покрытия по верхним поясам ферм

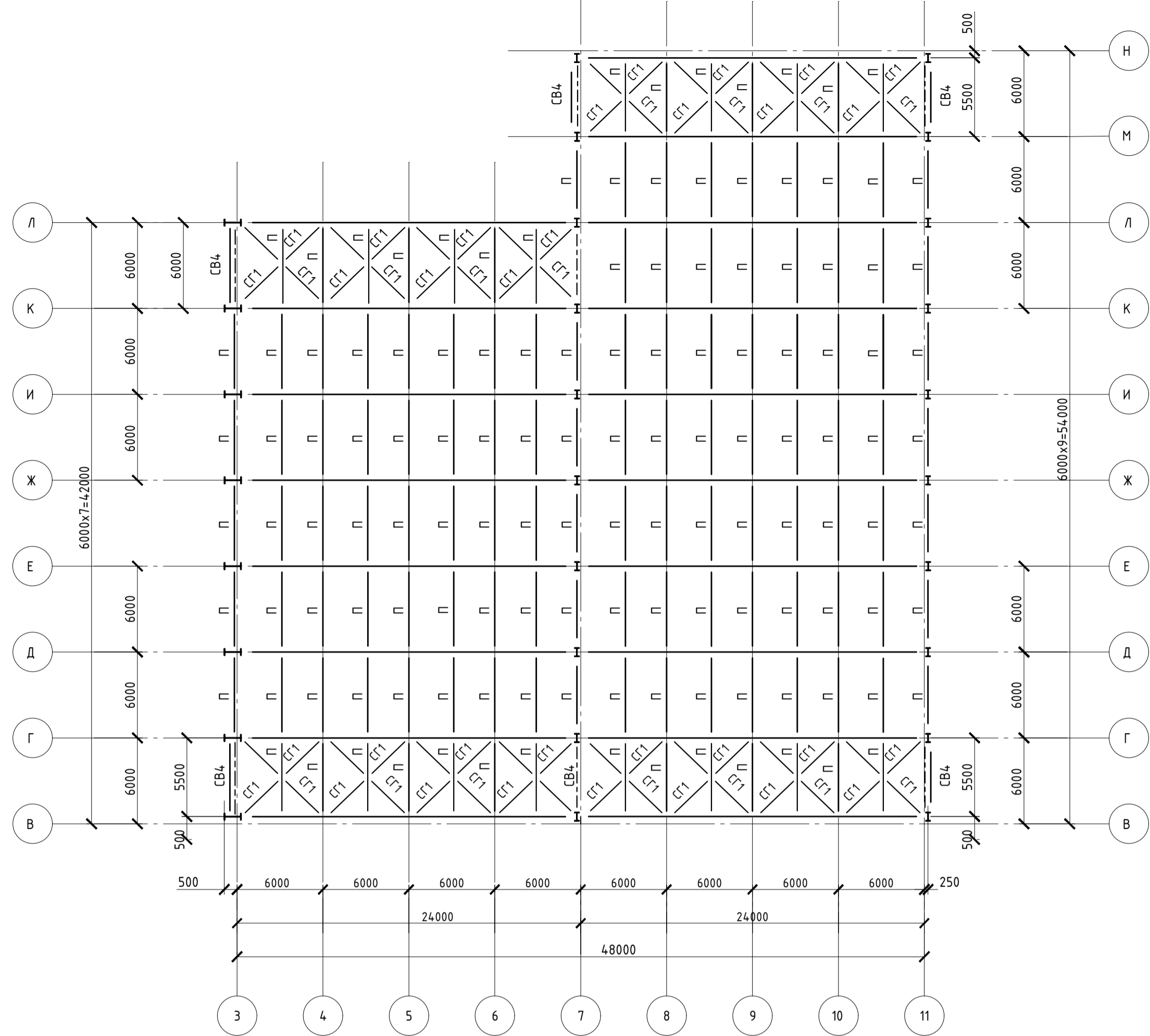
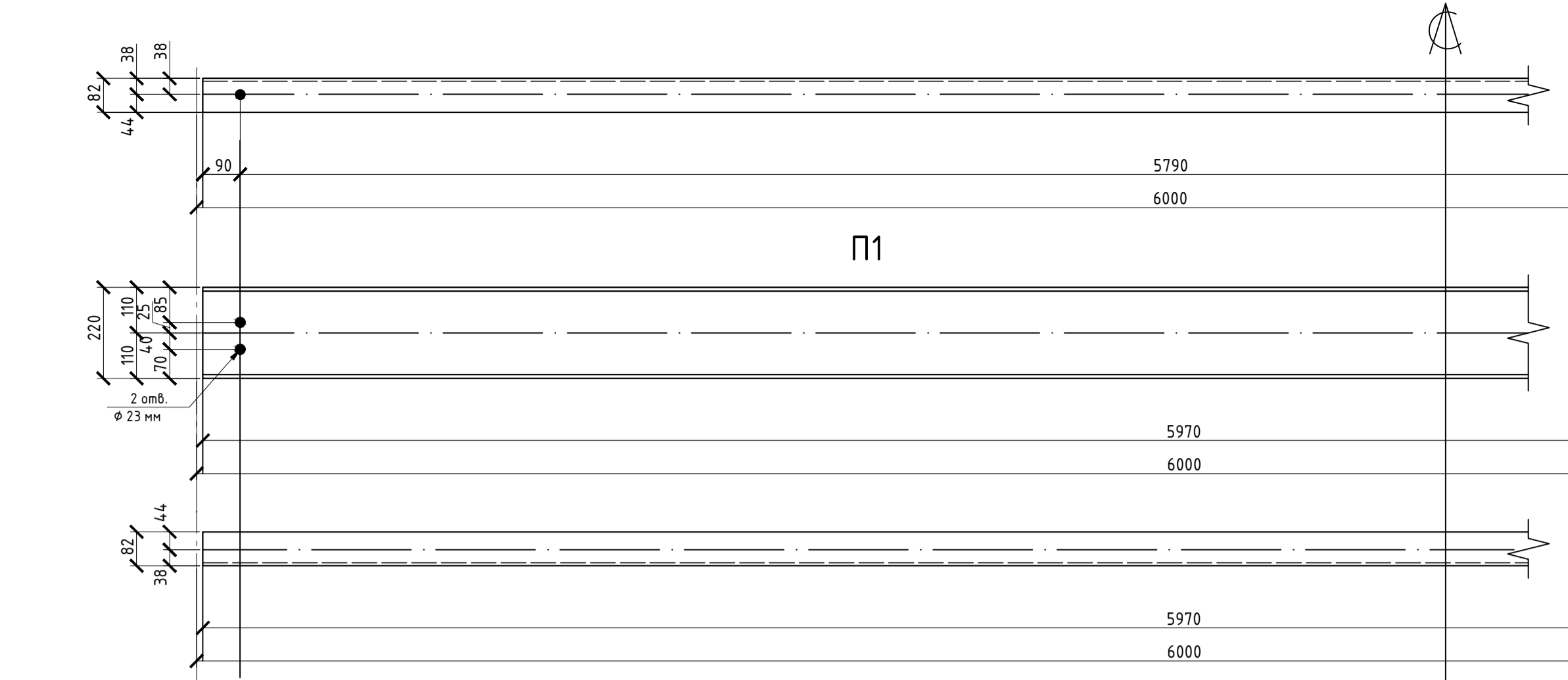
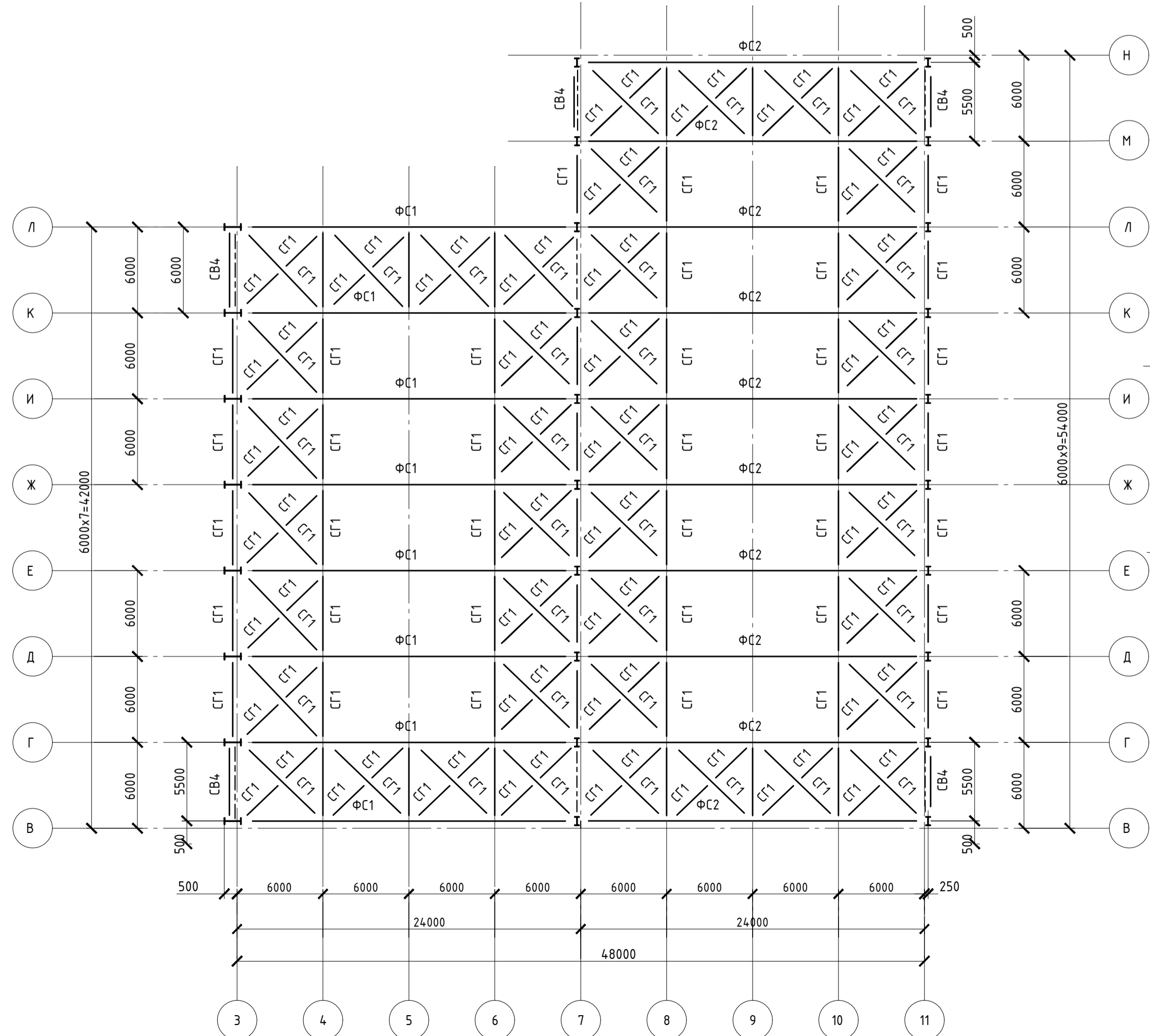
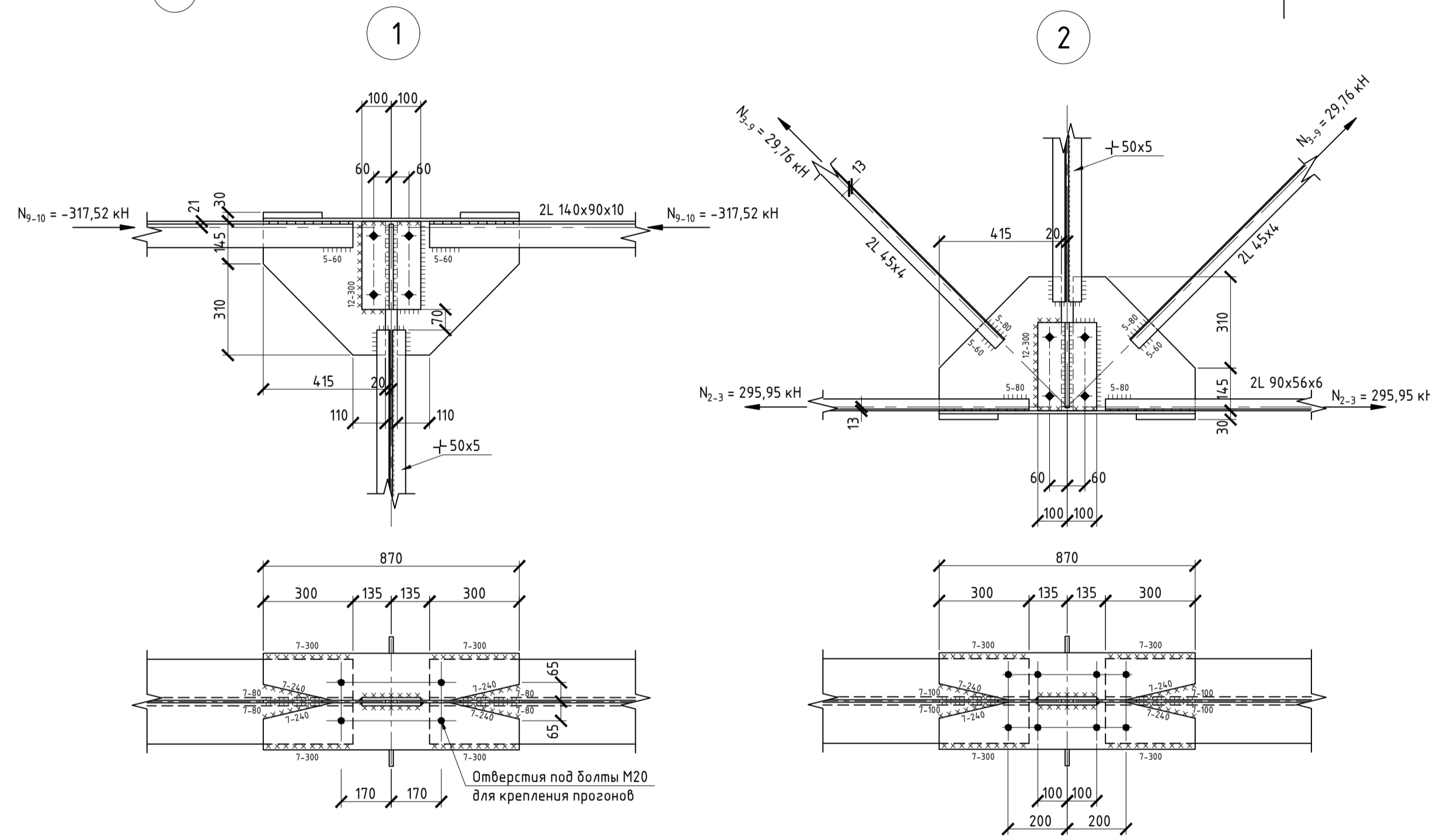


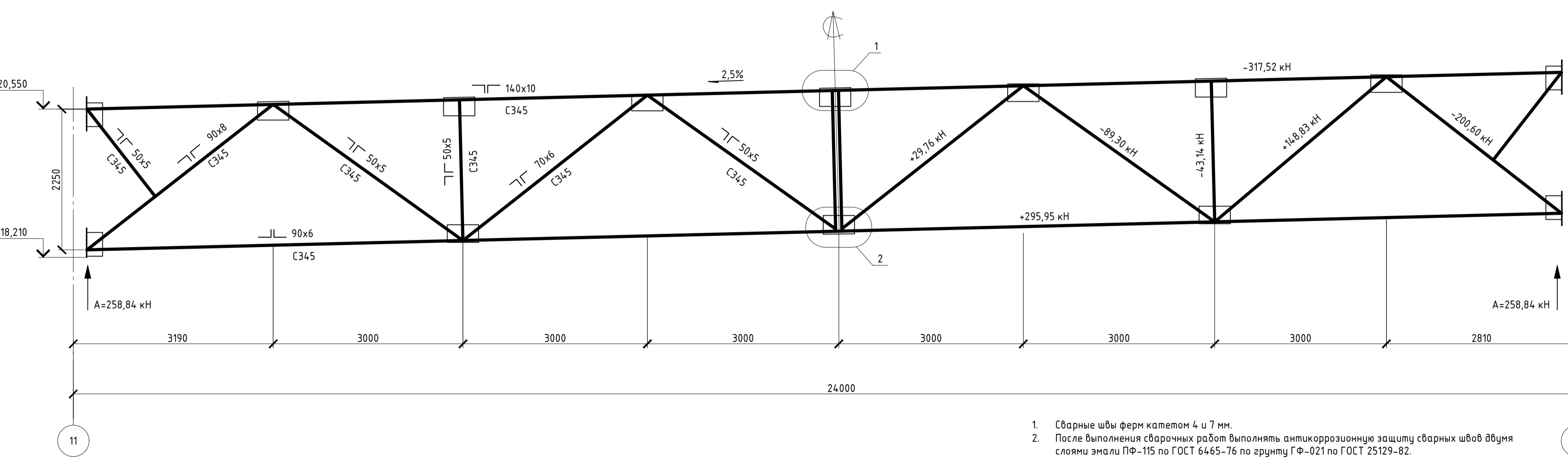
Схема расположения элементов покрытия по нижним поясам ферм



Укрупнительные узлы



ФС2  
Фасонки t=8 мм, С345 кроме оговорённых  
(чертёж фермы в стадии КМ)



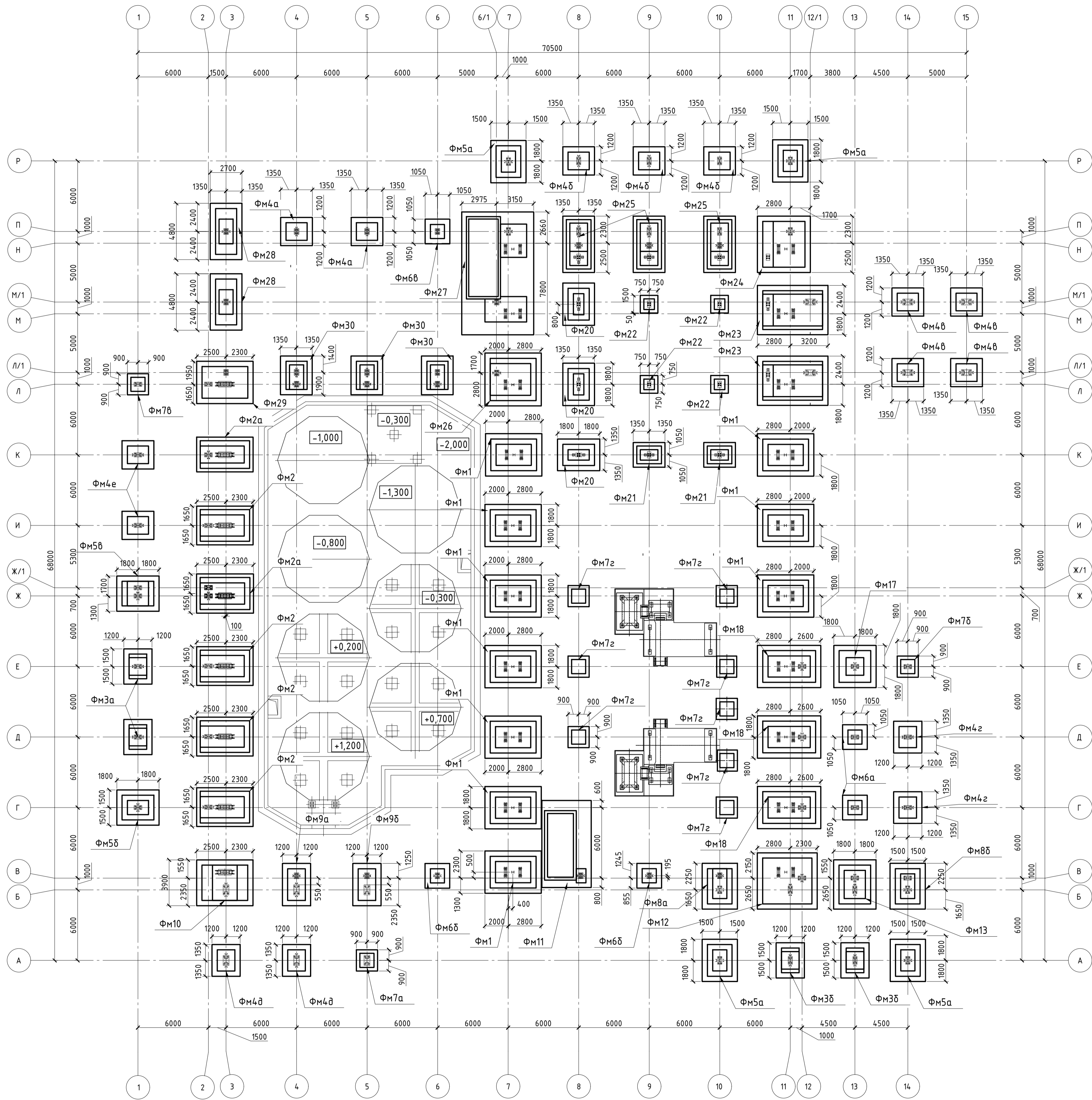
Спецификация стали

Марка элемента	Кол-во		Сечение	Длина, мм	Масса, кг			Сталь	Примечание	
	в детали	шт			Одной детали	Всех	Эл-та			
ФС2	1	1	2L 140x90x10	11710	204,5	409		С345		
	2	1	2L 90x56x6	11710	78,5	157		С345		
	3	1	2L 90x56x8	3270	28,7	58		С345		
	4	2	2L 50x5	1420	3,9	8		С345		
	5	2	2L 50x5	1944	5,3	12		С345		
	6	2	2L 50x5	3260	8,9	18		С345		
	7	2	2L 70x6	3205	22,1	44		С345		
	8	2	2L 50x5	3245	8,9	18		С345		
	9	2	2L 50x5	1650	4,5	9		С345		
	10	2	-350x8	440	9,7	20		С345		
	11	2	-215x10	860	14,5	29		С345		
	12	1	-485x8	415	12,6	25		С345		
	13	2	-235x8	230	3,4	7		С345		
	14	2	-240x8	495	7,5	15	971	С345		
	15	2	-215x8	195	2,6	6		С345		
	16	2	-250x10	465	9,1	19		С345		
	17	1	-485x8	415	12,6	25		С345		
	18	1	-150x8	270	2,5	5		С345		
	19	2	-180x10	390	5,5	22		С345		
	20	2	-200x8	300	3,8	8		С345		
	21	2	-180x10	390	5,5	22		С345		
	22	4	-80x8	100	0,5	2		С345		
	23	16	-80x8	140	0,7	11		С345		
	24	7	-60x8	100	0,4	5		С345		
	25	5	-60x8	90	0,3	3		С345		
	26	2	L100x8	80	1,0	4		С345		
Масса наплавленного металла 1%						10				

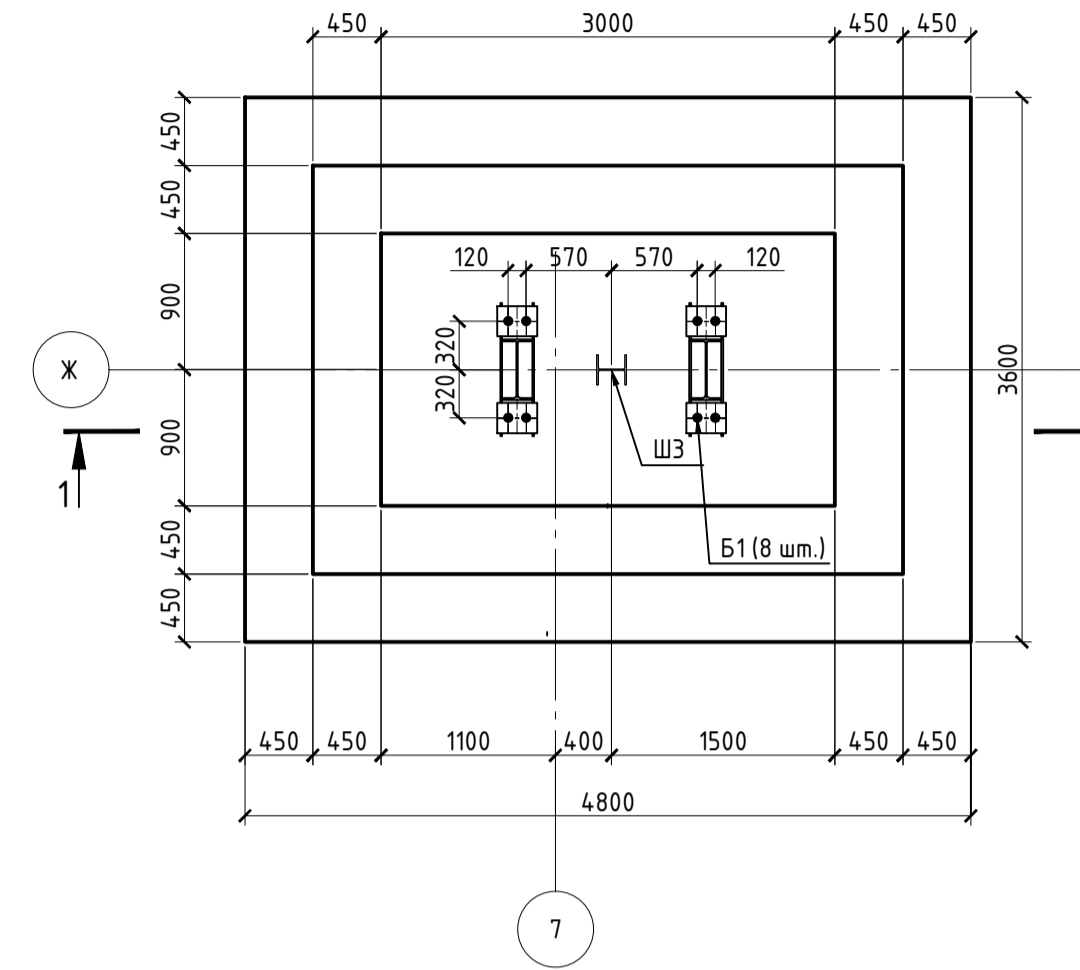
Ведомость отправочных элементов			Ведомость заводских сварных швов							
Марка элемента	Кол-во, шт.	Масса, кг	Марка элемента	Длина швов, м						
				При сечении швов			Приведенные			
		Всех		Δ5	Δ6	Δ7	Δ9	Δ12	На элемент	На все
ФС2	10	971	ФС2	2,2	2,2	2,0	3,6	1,8	11,8	118,0
Общая масса		9710	Общая длина		118,0					

Изм.				Лист № док.				Подп.				Дата			
Разработал				Белов Ю.В.											
Консультант				Петухов И.Я.											
Руководитель				Петухов И.Я.											
Н. контроль				Петухов И.Я.											
Зав. кафедрой				Дворов С.В.											
БР 08.03.01.01-2019 КМ												ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"			
Инженерно-строительный институт												Главный корпус ЗИФ ЧВ			
(заполнительная фабрика чанового												выщелачивания) в г. Кызыл			
Стандия				Лист				Листов				Р 4 7			
Схема расположения элементов покрытия по нижним и верхним поясам стальных ферм П1, ФС2, укрупнительные узлы 1 и 2, таблицы												СКУС			
Формат А1															

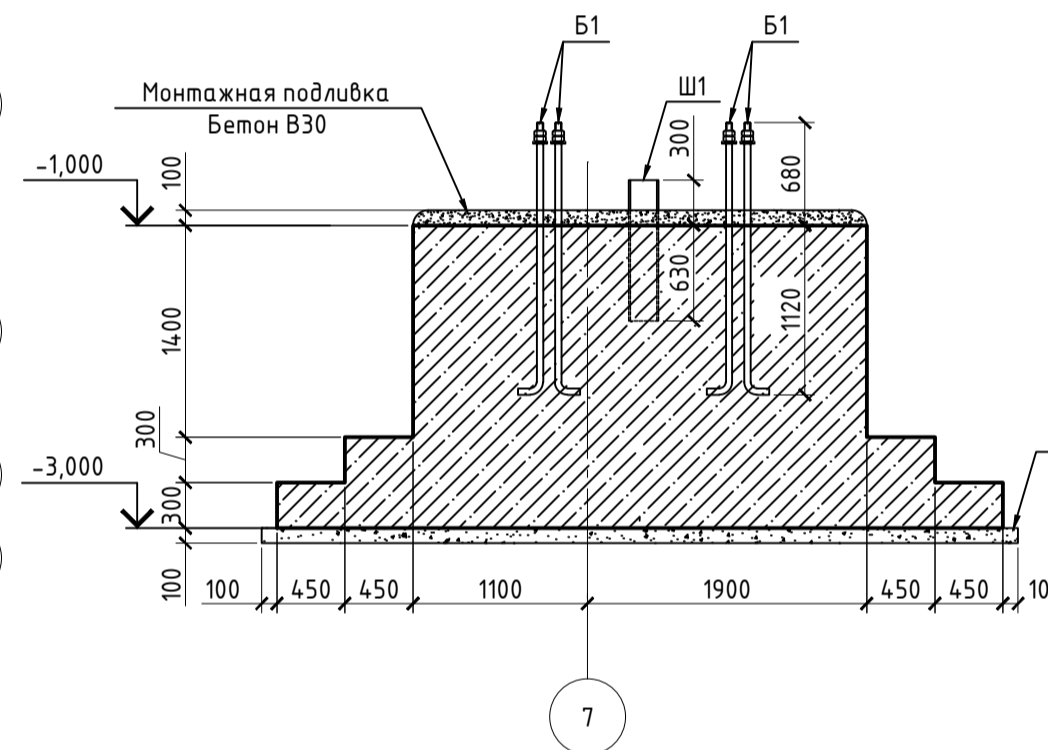
План фундаментов



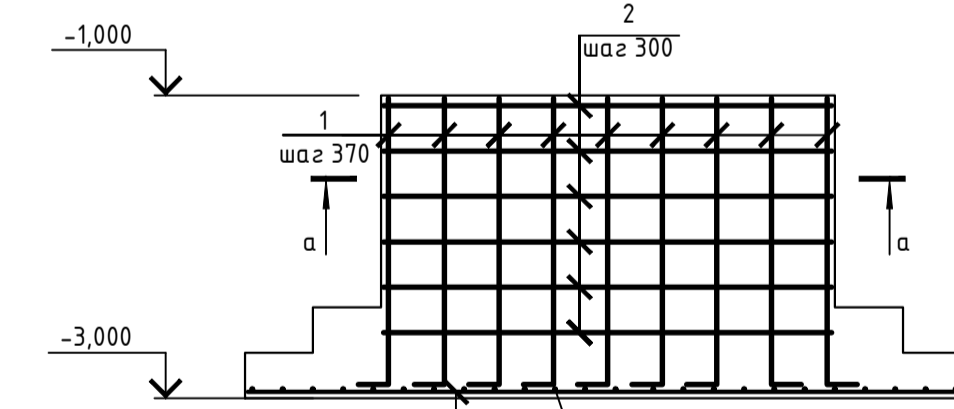
Фундамент ФМ1



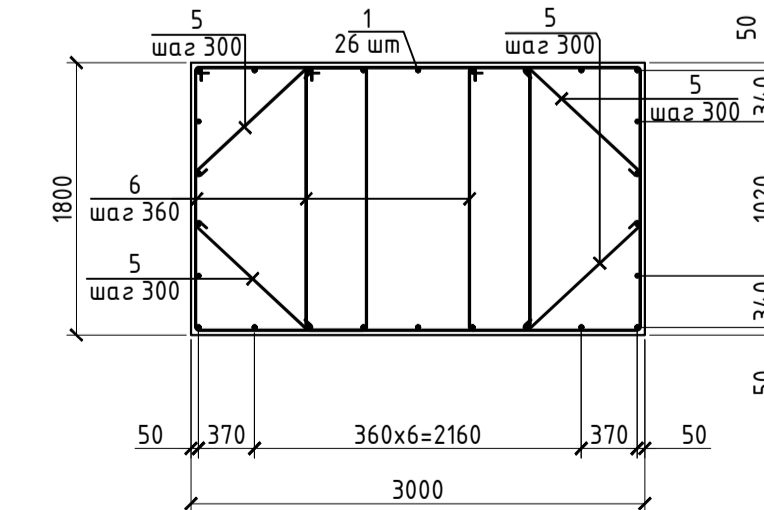
1-1 (опалубка)



1-1 (армирование)



а-а



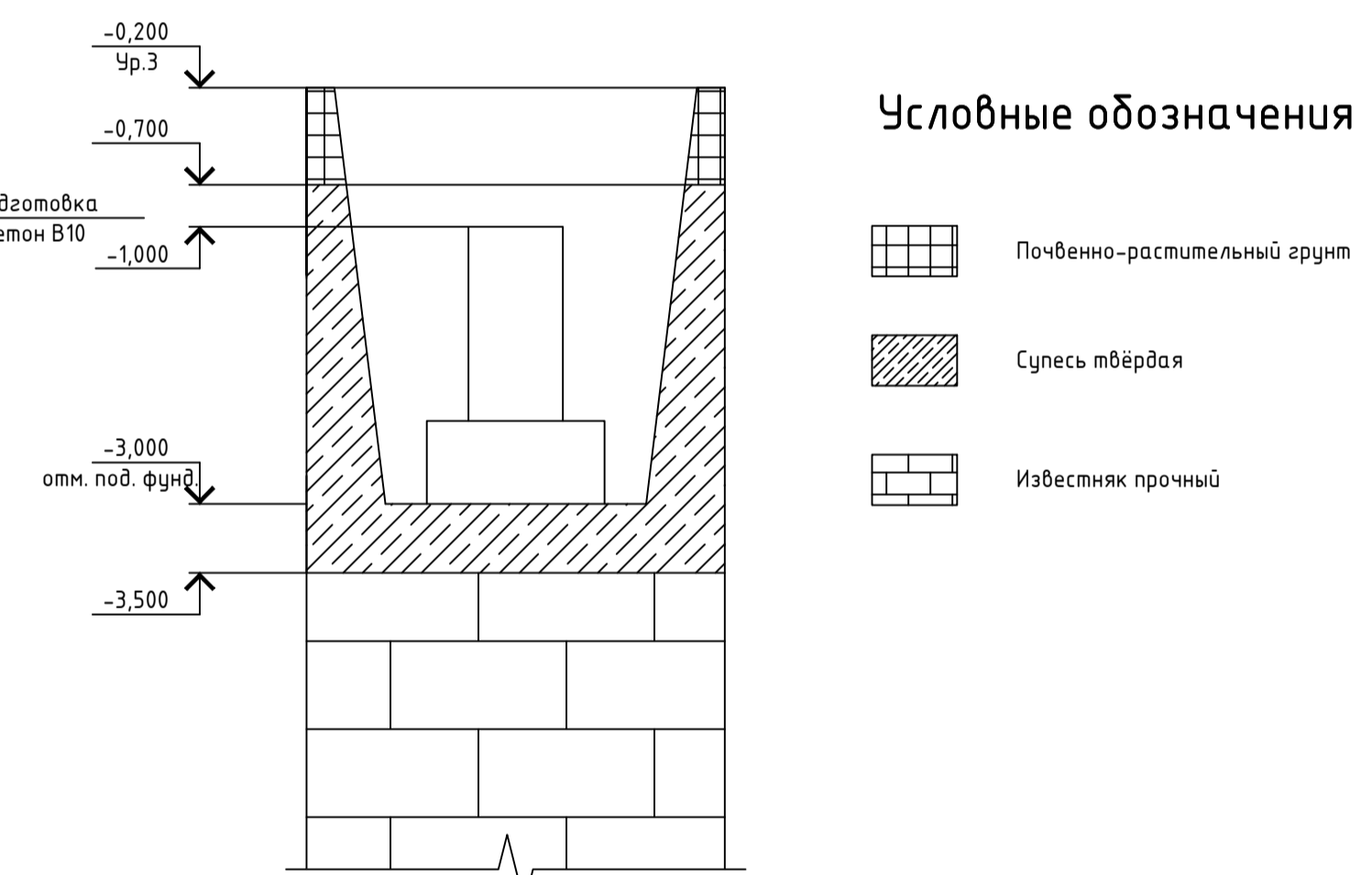
Спецификация монолитной конструкции ФМ1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
Закладные детали					
Б1	ГОСТ 24379.1-2012	Болт 1.1М2х2120 09Г2С-4	8	26,16	
Ш1	СТО АСЧМ 20-93	Двутавр 20Ш1 СТО АСЧМ 20-93 L=930	1	28,50	
Детали					
1	ГОСТ 34028-2016	φ 12 - А400 L = 2100	26	1,87	
2	ГОСТ 34028-2016	φ 8 - А240 L = 2900	36	1,15	
3	ГОСТ 34028-2016	φ 18 - А400 L = 4700	17	9,39	
4	ГОСТ 34028-2016	φ 16 - А400 L=3500	23	5,52	
5	ГОСТ 34028-2016	φ 8 - А240 L=1200	24	0,47	
6	ГОСТ 34028-2016	φ 8 - А240 L=1700	54	0,67	
Материалы					
	ГОСТ 26633-2012	Бетон В30 F200 W8	15,91		м³
		Бетон В10 (подготовка)	1,82		м³
		Бетон В30 (подушка на мелком заполнителе)	0,54		м³

Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные									
	Арматура класса									
	А240					А400				
	ГОСТ 34028-2016					ГОСТ 34028-2016				
	φ6	φ8	φ12	Итого	φ12	φ16	φ18	φ25	Итого	Всего
Фундамент столбчатый монолитный ФМ1	-	88,86	-	88,86	48,62	126,96	159,63	-	335,21	424,67

Инженерно-геологический разрез



Условные обозначения

- Почвенно-растительный грунт
- Супесь твердая
- Известняк прочный

- Относительной отметки 0,000 соответствует абсолютная отметка 920,00. Грунт основания - известняк прочный средневетерный.
- Под фундаментом просадочный грунт ИГЭ-1 и ИГЭ-3 полностью удаляется до скального грунта ИГЭ-3 и выполняется подушка из ПГС, подушка выполняется слоями 200-300 мм с коэффициентом уплотнения 0,95.
- Обратная засыпка выполняется местным непучинистым грунтом с послойным уплотнением слоями толщиной не более 200мм и коэффициентом уплотнения 0,95.
- Объем ПГС составляет 14538 куб.м. Общая площадь поверхности железобетонных конструкций под гидроизоляцию 754 кв.м.
- Защитный слой бетона для всех конструкций 50 мм
- Установку фундаментных болтов производить с помощью кондукторов на сварке из любого имеющегося арматурного проката, с условием обеспечения жесткости и неподвижности анкерных болтов. Кондуктора закрепить на сварке к каркасу фундамента.
- Сварку производить электродами Э42А по ГОСТ 9467-75.

				БР 08.03.01.01-2019 КЖ		
				ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. у-	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	
Разработал	Белов Ю.В.					
Консультант	Иванова О.А.					
Руководитель	Петухова И.Я.					
Н. контроль	Петухова И.Я.					
Зав.кафедрой	Дегорьев С.В.					
				Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекательной фабрики чановозов выщелачивания) в г. Кызыл		
				Страница	Лист	Листов
				Р	5	7
				СКУС		

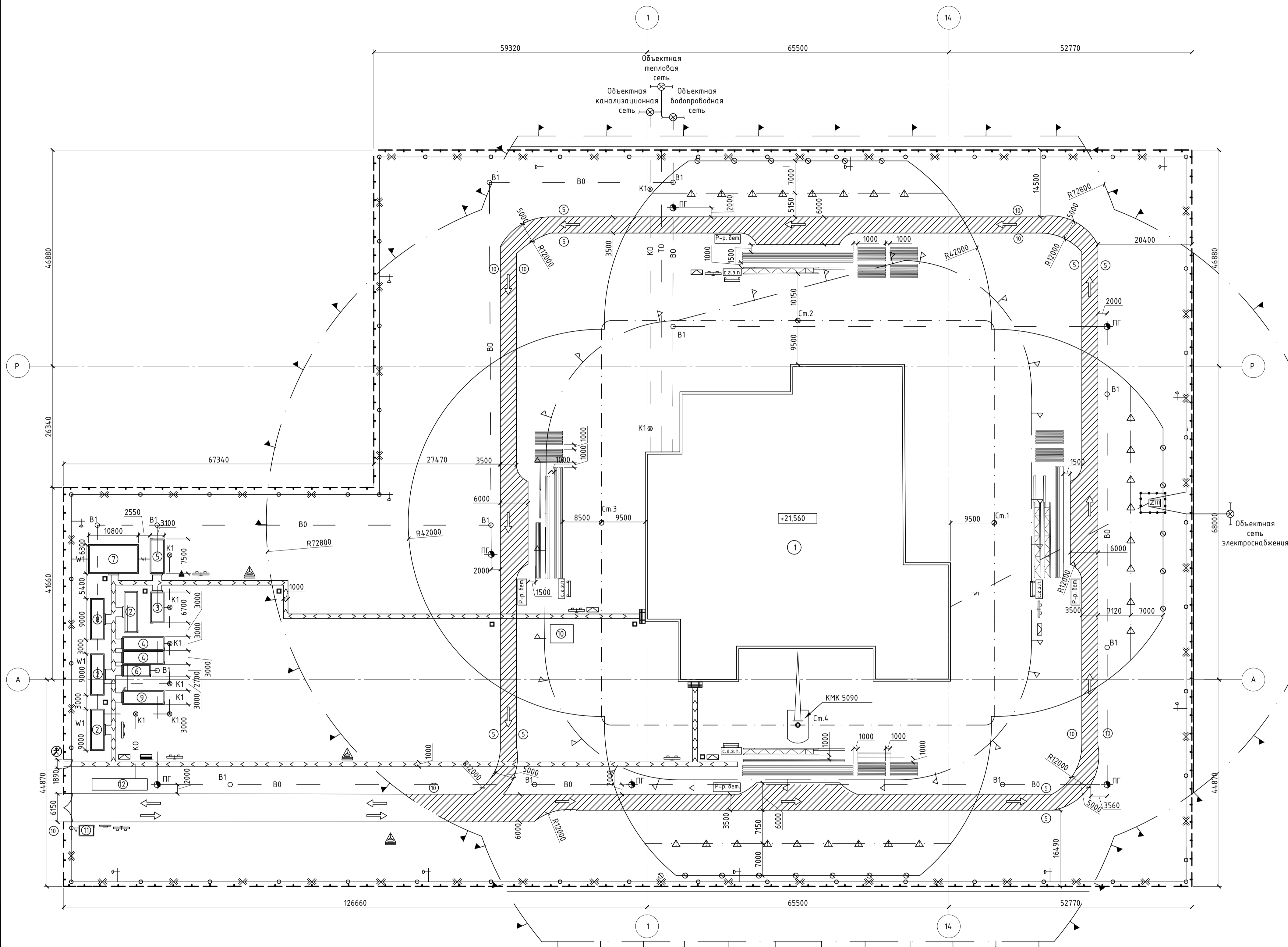




Экспликация зданий и сооружений

№ п/п	Наименование	Объем		Размеры в плане	Тип, марка или краткое описание
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Главный корпус ЗИФ ЧВ	шт.	1	65,5x68,0	строящееся здание
2	Гардеробная с помещением для обогрева	шт.	3	9x3	5055-1
3	Умывальня	шт.	1	6,7x3	
4	Душевая	шт.	2	9x3	494-4-14
5	Туалет	шт.	1	7,5x3,1	ГОСС Д-6
6	Сушильня	шт.	1	6x2,7	
7	Столовая	шт.	1	10,8x6,3	ГОСС С-20
8	Мед. пункт	шт.	1	9x3	1129-023
9	Прораядская	шт.	1	9x3	ГОСС 11-3
10	Закрытый склад	шт.	1	5x4	
11	КПП	шт.	2	2x3	5555-9
12	Пункт мойки колёс	шт.	1	12x2,5	

Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания



Технико-экономические показатели по стройгенплану

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Площадь территории строительной площадки	м <sup>2</sup>	32747,0
2	Площадь под постоянными сооружениями	м <sup>2</sup>	3545,44
3	Площадь под временными сооружениями	м <sup>2</sup>	327
4	Площадь открытых складов	м <sup>2</sup>	650
5	Площадь закрытых складов	м <sup>2</sup>	20
6	Протяженность временных автодорог	пог.м.	583,56
7	Протяженность временных электросетей	пог.м.	862,34
8	Протяженность временных водопроводных сетей	пог.м.	620,54
9	Протяженность ограждения строительной площадки	пог.м.	809,60

Словные обозначения

- Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания
- Линия границы зоны действия крана
- Линия границы опасной зоны при работе крана
- Линия ограничения зоны действия крана
- Линия предупреждения об ограничении зоны действия крана
- Временное ограждение строительной площадки без козырька
- В0 — Водопровод проектируемый невидимый общего назначения
- К0 — Канализация проектируемая невидимая общего назначения
- W1 — Кабель проектируемый
- T0 — Теплопровод проектируемый невидимый общего назначения
- Воздушная линия электропередач
- Контур заземления
- Ворота и калитка
- Временная пешеходная дорожка
- Временная дорога
- М.г.з.п. Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
- Временное ограждение строительной площадки с козырьком
- Въездной стэнд с транспортной схемой
- Стэнд со схемами строповки и таблицей масс грузов
- Стэнд с противопожарным инвентарём
- Навес над входом в здание
- Стреловой пневмоколёсный кран
- Мусороприёмный бункер
- Проектор на опоре
- Знак ограничения скорости движения транспорта
- Стоянки стреловых самоходных кранов
- Пожарный гидрант
- Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
- Контур возводимого здания
- Трансформаторная подстанция
- Место для первичных средств пожаротушения
- М-р бет. Место приёма раствора и бетона
- Въезд на строительную площадку и выезд

Составлено	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № табл.	

БР 08.03.01.01 - 2019 ОС				
ФГАУ ЧВО "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. уч.	Лист № док.	Подп.	Дата
Разработал	Белов Ю.В.			
Консультант	Данилович Е.В.			
Руководитель	Петухова И.Я.			
Н. контроль	Петухова И.Я.			
Зав. кафедрой	Доржиев С.В.			
Главный корпус ЗИФ ЧВ (золотоизвлекающей фабрики чанового выщелачивания) в г. Кызыл			Стация	Лист
Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания, ТЭП, экспликация здания			Р	7
			Листов 7	
СКУС				
Формат А1				

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

*С.В. Деордиев*  
подпись      инициалы, фамилия

« 10 » 07 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде проекта  
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

Главный корпус ЗИИО ЧУВ (деловой, административной)  
тема  
фабрики газопогового оборудования) в г. Красноярске

Руководитель

*Демуров 10.07.19*      *Демуров, К.Г.И.*  
подпись, дата      должность, ученая степень

*М.А. Демуров*  
инициалы, фамилия

Выпускник

*Белов 10.07.19*  
подпись, дата

*Ю.В. Белов*  
инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Продолжение титульного листа БР по теме навесной корпус  
ЗМОР 2/3 (золотоуменьшающей фактуры каменной  
выщелачивающей) в г. Кзыл

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

Кер - 27.06.19

подпись, дата

С.В. Козерова

инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

Летухин 10.07.19

подпись, дата

М.А. Летухин

инициалы, фамилия

фундаменты

ИИ, В.07.19

подпись, дата

Р.А. Иванов

инициалы, фамилия

технология строит. производства

ДС 20.07.19

подпись, дата

Э.В. Дамиров

инициалы, фамилия

организация строит. производства

ДС 6.07.19

подпись, дата

Э.В. Дамиров

инициалы, фамилия

экономика строительства

Костелорская 6.07.19

подпись, дата

Костелорская Т.П.

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Летухин 10.07.19  
подпись, дата

М.А. Летухин  
инициалы, фамилия