

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Согласовано:
Гл. специалист предприятия
Р.Р. Васильев
подпись, инициалы, фамилия

Утверждаю:
Зав. кафедрой
Л.Т. Васильев
подпись, инициалы, фамилия

“ 23 ” июня 2017 г.

“ 23 ” июня 2017 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА ПО
НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 08.04.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»
НАПРАВЛЕННОСТЬ «ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ»

Тема ВКР Исследование фактической работы несущих
конструкций здания спортивно-зрелищного
комплекса размерами в плане 72,9×102,6м в г. Пензе

Автор ВКР Грознова Александра Сергеевна

Обозначение ВКР-2069059-08.04.01-151125-2017 Группа Ст-21м

Руководитель ВКР Артюшин Дмитрий Викторович

Консультанты по разделам:

архитектурно-строительный Артюшин Д.В.

расчетно-конструктивный Артюшин Д.В.

основания и фундаменты Артюшин Д.В.

технологии и организации строительства Артюшин Д.В.

экономики строительства Артюшин Д.В.

вопросы экологии и безопасность

жизнедеятельности Артюшин Д.В.

НИР Артюшин Д.В.

Нормоконтроль Артюшин Д.В.

ПЕНЗА 2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой _____
20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы магистра
по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»
направленность «Теория и проектирование зданий и
сооружений»

Автор ВКР Гложаева Александра Сергеевна

Группа Ст-21н

Тема ВКР Исследование фаянсовой работы несущих конструкций
зданий спортивно-рекреационного комплекса размерами
в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе

Консультанты:
архитектурно-строительный раздел Артюшин Д.В.

расчетно-конструктивный раздел Артюшин Д.В.

основания и фундаменты Артюшин Д.В.

технология и организация строительства Артюшин Д.В.

экономика строительства Артюшин Д.В.

вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности Артюшин Д.В.

НИР Артюшин Д.В.

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВКР

1. Место строительства г. Пенза

2. Назначение здания. Степень новизны разрабатываемой работы. Реальность ВКР
Спортивно-рекреационный комплекс

(указать отличие от типового или ранее разработанного проекта)

II. СОСТАВ ВКР

1. Архитектурно-строительная часть должна быть представлена следующими проектными материалами:

- объемно-планировочное и конструктивное решение;
- генплан 1-500, 1-1000;
- планы неповторяющихся этажей М 1-100, 1-200;
- поперечный и продольный разрезы М 1-100, 1-200;
- фасады М 1-100, 1-200;
- план фундаментов М 1-200, 1-400; конструктивные детали и сечения фундаментов М 1-10, 1-20, 1-50;
- план кровли М 1-400, 1-800;
- технико-экономические показатели.

2. Расчетно-конструктивная часть должна состоять из:

- выбора типа, материала и конструктивной схемы здания или сооружения;
- расчета конструкций и основания;
- составления рабочих чертежей со спецификациями;
- оформления пояснительной записки.

3. Раздел технологии и организации строительства включает в себя:

- стройгенплан на стадии возведения подземной или надземной части здания;
- технологические карты на ведущие строительные процессы;

4. Раздел экономики строительства включает в себя:

- ведомость укрупненной номенклатуры работ на общестроительные работы на проектируемый объект;
- календарный план с графиками потока основных ресурсов (рабочих, капиталовложений, грузов), интегральным графиком капиталовложений и технико-экономическими показателями;

5. Вопросы экологии и безопасность жизнедеятельности.

III. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР

Сроки выполнения ВКР устанавливаются с 29.05 по 25.06 20 17 г.

Объем ВКР: чертежей 8-10 листов, пояснительной записки от 60 до 100 страниц.

Законченная ВКР с пояснительной запиской, подписанной консультантами и руководителем, представляется на кафедру для окончательного решения и допуска к защите.

Дата выдачи «29» мая 20 17 года.

Руководитель ВКР _____

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Архитектурно-строительный раздел.....	5
1.1 Описание района строительства.....	6
1.2 Описание генерального плана.....	7
1.3 Архитектурно-планировочные решения.....	8
1.4 Конструктивные решения.....	15
2. Расчетно-конструктивный раздел.....	23
2.1 Расчет стропильной фермы.....	24
2.1.1 Сбор нагрузок	24
2.1.2 Определение усилий	25
2.1.3 Подбор сечений элементов фермы.....	30
2.1.4 Расчет сварных швов прикрепления раскосов и стоек к фасонкам и поясам фермы.....	40
2.1.5 Расчет узлов фермы.....	42
2.2 Расчет поперечной рамы.....	51
2.2.1 Компоновка поперечной рамы.....	51
2.2.2 Сбор нагрузок на поперечную раму.....	52
2.2.3 Статический расчет рамы.....	53
2.3 Расчет монолитной железобетонной правой колонны.....	57
2.4 Расчет фрагмента монолитного ребристого перекрытия на отм.+5,100 в осях «б-11» / «И-М».....	59
2.4.1 Данные для проектирования	59
2.4.2 Расчет балок, плиты в ПК ЛИРА 9.6	60
3. Научно-исследовательская работа	70
Введение	71
3.1 Определение веса ферм, стоимости металлопроката и антикоррозионного покрытия.....	72
3.2 Сравнение вариантов ферм.....	80
3.3 Расчет объема и стоимости механической обработки металлической фермы.....	80
Заключение.....	83
Приложение.....	84
4. Основания и фундаменты.....	85
4.1 Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства.....	86
4.2 Проектирование фундаментов мелкого заложения.....	87

Инд. №	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№	Подпись	Дата	2	

ВКР-2069059-08.04.01-151125-17

4.2.1	Определение глубины заложения фундамента под правую колонну.....	87
4.2.2	Подбор размеров подошвы фундамента.....	88
4.2.3	Определение конфигурации фундамента и проверка нижней ступени.....	89
4.2.4	Подбор арматуры подошвы.....	91
4.2.5	Расчет деформаций осадки под фундамент колонны.....	92
4.3	Проектирование свайных фундаментов.....	96
4.3.1	Определение конфигурации фундамента.....	96
4.3.2	Расчет осадки свайного фундамента.....	98
4.4	Технико-экономическое сравнение и выбор основного варианта фундамента.....	102
5.	Технология и организация строительства.....	103
5.1	Определение объемов работ.....	104
5.2	Определение потребности в машинах, механизмах и средствах малой механизации.....	104
5.3	Проектирование стройгенплана.....	108
5.3.1	Расчет потребности во временных зданиях, сооружениях и складах.....	108
5.3.2	Расчет потребности строительства в воде, электроэнергии.....	112
5.4	Проектирование поточного метода организации строительства.....	114
5.5	Технико-экономические показатели.....	114
5.6	Технологическая карта на монтаж покрытия в осях «2/1-21» / «К-С».....	115
5.7	Техника безопасности и охрана труда.....	121
6.	Экономика строительства.....	123
6.1	Маркетинговые исследования.....	124
6.2	Локальный сметный расчет.....	125
7.	Экология и безопасность жизнедеятельности.....	154
7.1	Идентификация опасностей, возникающих при возведении технологического процесса.....	155
7.2	Мероприятия по защите от загрязнения сточными водами.....	158
7.3	Мероприятия по использованию плодородного слоя почвы и по рекультивации нарушенных земель.....	158
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	160
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	161

Изм. №	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			ВКР-2069059-08.04.01-151125-17						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№	Подпись	Дата			3	

Введение

В выпускной квалификационной работе проектируется здание спортивно – зрелищного комплекса площадью 20тыс.кв.м в г.Пензе. Строительство объекта будет осуществляться в соответствии с перечнем застройки города Пензы и схемы территориального планирования Пензенской области по ул. Фонтанной.

Одно из самых главных градостроительных и экономических требований к проектам спортивных зданий – обеспечение возможности их многоцелевого использования.

Проектируемый объект поделён на две функциональные зоны: зрелищно-спортивную и учебно-тренировочную. Универсальная спортивно-зрелищная арена предназначена для проведения соревнований по различным видам спорта.

Строительство дворца обусловлено потребностью в спортивных сооружениях в г. Пензе, поскольку в настоящее время интенсивно развивается спортивно-оздоровительная база, растет интерес молодежи к спорту.

При разработке данного проекта учитывается состояние материально-технической базы города. В г. Пенза действуют предприятия строительной индустрии, которые выпускают бетон и растворы всех марок, а также изготавливают металлоконструкции.

Инь. №	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			ВКР-2069059-08.04.01-151125-17						
Изм.	Кол.уч	Лист	№	Подпись	Дата				

1. Архитектурно-строительный раздел

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			ВКР-2069059-08.04.01-151125-17						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№	Подпись	Дата				5

1.1. Описание района строительства

Проект здания спортивно-зрелищного комплекса разработан на основании задания на дипломное проектирование в соответствии с действующими нормами, правилами, инструкциями и государственными стандартами и предусматривает мероприятия, обеспечивающие пожарную и взрывопожарную безопасность объекта.

Район строительства - г. Пенза. Площадка строительства расположена по ул. Фонтанная.

Рельеф отведённого участка относительно спокойный, его отметки 155.65- 155.00.

Отвод поверхностных вод с площадки обеспечен уклоном, она не заливается поверхностными, паводковыми водами и не подвержена эрозивным процессам.

Грунтовые условия строительной площадки (предположительно) представлены следующими грунтами:

Почвенный слой. При разработке котлована подлежит срезке и использованию для рекультивации земель. Мощность 1 м.

Слой №1 – глина. Мощность 7,0 м.

Слой №2 – суглинок. Мощность 3,0 м.

Слой №3 – песок мелкий. Мощность 20,0 м.

Просадочные грунты в пределах площадки строительства отсутствуют.

В соответствии с СНиП 2.01.07-85 условия площадки строительства:

- Район по ветровому давлению – II (нормативное значение ветрового давления 0,30 кПа);

- Район по весу снегового покрова – III (расчетное значение веса снегового покрова 1,8 кПа)

В соответствии со СНиП 23-01-99 климатические условия площадки строительства:

- Зона влажности – 3 (сухая);
- Температура воздуха наиболее холодной пятидневки - минус 29 °С;
- Абсолютная минимальная температура воздуха - минус 43°С;
- Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца -25,3°С;
- Абсолютная максимальная температура воздуха 39 °С.

1.2 Описание генерального плана

Под строительство спортивного комплекса на 1200 посетителей выделяется участок с размерами 7479,54 м².



Рис. 1 Участок под строительство

Участок с юга-востока ограничен автомобильной дорогой с асфальтовым покрытием шириной 12 м. С северо-западной стороны находятся аквапарк и торговый центр.

Проектом выделены следующие блоки:

1. спортивно-зрелищный, куда войдет арена и трибуны на 1 тыс. 200 зрительских мест;
2. тренировочный, который включает в себя - четыре ковра по разным видам спорта, тренажерные залы, комфортные раздевалки, медицинские кабинеты, гостиницы.

Территория комплекса имеет металлическое ограждение. На территории предусмотрены въезды шириной 3 м. для обслуживающих, пожарных машин и машин скорой помощи. Грунтовые дорожки и пешеходные имеют ширину 1,5-2 м. Пешеходные дороги имеют асфальтовое покрытие.

Территория комплекса благоустроена и озеленена. В качестве элементов благоустройства применены деревья лиственные рядовой посадки, кустарник рядовой посадки, газоны, цветники.

Участок под застройку выбран с учетом местных условий, соответствующим функциональным, санитарно-гигиеническим, противопожарным требованиям и входит в общий план застройки города.

Главный фасад ориентирован на север. Покрытие дорог принято двухслойным: асфальтобетон на щебеночном основании. Запроектирован круговой противопожарный объезд вдоль всех фасадов с возможностью доступа пожарной лестницы к любой точке здания. Слева от здания и перед главным входом в здание располагаются открытые стоянки для легковых автомобилей и автобусов.

По генеральному плану определены следующие технико-экономические показатели:

- площадь территории участка, - 13925 м²
- площадь застройки участка, 7479,54 м²
- коэффициент застройки ($K_{застр, \%}$):

$$K_{застр} = \frac{\text{площадь застройки}}{\text{площадь территории}} = \frac{7479,54}{13925} = 0,54$$

- площадь, занятая озеленением, 3165,3 м²
- площадь и протяженность дорог, 3566 м²

Коэффициент использования территории:

$$K_{исп.терр} = \frac{\text{площадь застройки, зеленых насаждений, дорог, тротуаров и отмотки}}{\text{площадь территории}} = 1,00$$

1.3 Архитектурно-планировочные решения

Запроектированное здание представляет собой 3-х этажное здание прямоугольной формы с размерами в плане 102,60 x 72,90 м.

Спортивно-зрелищный комплекс предназначен для проведения тренировок, сборов и соревнований самого высокого уровня. Его общая площадь составляет 17 тысяч квадратных метров. Внутри 3-этажный комплекс функционально поделён на две зоны: зрелищно-спортивную и учебно-тренировочную.

При проектировании преследовалась идея полного отделения зрителей от спортсменов, судей и обслуживающего персонала. Зрители, войдя в

вестибюль со стороны главного фасада и поднявшись по парадным лестницам, попадают на двухуровневые односторонние трибуны, рассчитанные на 1200 мест. Также в здании созданы все условия для комфортного передвижения инвалидов. На нижнем уровне зрительских трибун для инвалидов-колясочников оборудованы 22 места.

С правой стороны к арене примыкают секретариат, наградной отдел и судейская, слева – помещение для хранения спортивного инвентаря. Участники соревнований заходят не с главного фасада, как зрители, а слева от него.

Раздевалки для спортсменов оборудованы душевыми, медико-восстановительный центр с кабинетом врача, процедурной, массажной, кабинетом электро- и светолечения. Для спортсменов предусмотрены комнаты отдыха. Учебно-тренировочный блок размещается на втором и третьем этажах здания. Вход в него осуществлен с правой стороны от главного фасада. На втором этаже запроектированы тренировочные залы для самбо, бокса, греко-римской борьбы и восточных единоборств. Тут же, кроме раздевалок, душевых и тренерских, находится небольшой буфет.

Выше этажом – тренажерные залы общей физической подготовки, зал фитнес-аэробики, столовая, музей спортивной славы, конференц-зал и административная зона с кабинетом директора.

Входные блоки запроектированы в соответствии с условиями эвакуации в случае пожара, которая проводится через все имеющиеся выходы, в том числе эвакуационные. Полотна дверей открываются наружу - по направлению движения людей. Также запроектирован круговой противопожарный объезд вдоль всех фасадов с возможностью доступа пожарной лестницы к любой точке здания.

Экспликация помещений 1 этажа

Таблица 1

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²
1-01	Арена	2131,2
1-02	Помещение лестницы	30,40
1-03	Тамбур	10,62
1-04	Тамбур	2,79
1-05	Раздевальная	20,73
1-06	Санузел	2,21
1-07	Комната отдыха	28,66
1-08	Душевая	43,75
1-09	Тамбур	1,45
1-10	Техническое помещение	5,09
1-11	Камера сухого жара на 7 мест	14,95
1-12	Тамбур камеры сухого жара	1,29
1-13	Тамбур камеры сухого жара	1,29
1-14	Камера сухого жара на 7 мест	14,90
1-15	Холл	38,79
1-16	Санузел	12,39
1-17	Тамбур санузла	7,07
1-18	Тамбур санузла	6,96
1-19	Санузел для зрителей (женский)	19,52
1-20	Тамбур санузла	6,78
1-21	Тамбур санузла	6,80
1-22	Санузел для зрителей (мужской)	19,83
1-23	Коридор	34,19
1-24	Камера хранения	29,12
1-25	Вестибюль	210,84
1-26	Помещение охраны	4,10
1-27	Тамбур	21,00
1-28	Коридор	19,54

1-29	Комната мед. персонала	9,55	1-60	Санузел	15,84
1-30	Массажная	12,56	1-61	Гамбур раздевальной	3,27
1-31	Кабинет врача	13,83	1-62	Гамбур раздевальной	3,27
1-32	Процедурная	14,65	1-63	Раздевальная на 50 чел. (женская)	194,24
1-33	Ожидальная	20,62	1-64	Гамбур раздевальной	3,56
1-34	Саузел	2,50	1-65	Раздевальная на 20 судей (женская)	35,84
1-35	Преддушевые, душевые	6,39	1-66	Душевая	1,58
1-36	П-е для допинг-контроля	22,61	1-67	Душевая	1,66
1-37	Гамбур	4,16	1-68	Санузел	9,20
1-38	Помещение лестницы	53,58	1-69	Гамбур раздевальной	2,94
1-39	Раздевальная на 50 чел. (мужская)	69,84	1-70	Гамбур раздевальной	3,72
1-40	Гамбур раздевальной	3,35	1-71	Раздевальная на 40 судей (мужская)	47,04
1-41	Преддушевая	3,35	1-72	Душевая	1,75
1-42	Душевая	20,84	1-73	Душевая	1,75
1-43	Гамбур раздевальной	3,35	1-74	Душевая	1,75
1-44	Преддушевая	3,35	1-75	Санузел	12,80
1-45	Душевая	20,9	1-76	Гамбур раздевальной	4,10
1-46	Санузел	15,84	1-77	Коридор	106,87
1-47	Санузел	15,84	1-78	Спортзал для разминки	346,36
1-48	Гамбур раздевальной	3,33	1-79	Инвентарная	22,20
1-49	Гамбур раздевальной	3,33	1-80	Подсобное помещение	9,54
1-50	Раздевальная на 50 чел. (мужская)	73,52	1-81	Санузел	4,95
1-51	Коридор	50,92	1-82	Помещение техперсонала (женское)	90,24
1-52	Раздевальная на 50 чел. (женская)	75,20	1-83	Санузел	5,68
1-53	Гамбур раздевальной	3,55	1-84	Помещение техперс (муж)	40,80
1-54	Преддушевая	3,55	1-85	Подсобное помещение	51,20
1-55	Душевая	22,42	1-86	Помещение для взвешивания	20,08
1-56	Гамбур раздевальной	3,55	1-87	Коридор	7,84
1-57	Преддушевая	3,55	1-88	Помещение для взвеш-я	19,83
1-58	Душевая	22,3	1-89	Подсобное помещение	14,86
1-59	Санузел	15,84	1-90	Гардероб для занимающихся	66,53

1-91	Вестибюль	119,20	1-122	Холл	39,34
1-92	Помещение лестницы	53,58	1-123	Гамбур	6,36
1-93	Гамбур	3,79	1-124	Гамбур	7,18
1-94	Помещение охраны	4,1	1-125	Санузел для зрителей (мужской)	19,82
1-95	Гамбур	12,04	1-126	Гамбур	6,36
1-96	Коридор	133,92	1-127	Гамбур	7,18
1-97	Инвентарная	16,15	1-128	Санузел для зрителей (женский)	19,13
1-98	Преддушевая	5,55	1-129	Санузел	5,33
1-99	Гамбур раздевальной	3,16	1-130	Санузел	5,47
1-100	Душевая	13,97	1-131	Гамбур	10,32
1-101	Гамбур раздевальной	2,83	1-132	Гамбур	22,15
1-102	Раздевальная на 30 мест	40,01	1-133	Помещение лестницы	78,84
1-103	Санузел	7,08	1-134	Помещение охраны с видеонаблюдением	23,52
1-104	Санузел	3,92	1-135	Гамбур	32,84
1-105	Душевая	2,25	1-136	Касса	7,48
1-106	Тренерская комната	12,08	1-137	Администратор	24,84
1-107	Тренировочный зал	242,96	1-138	Вестибюль для зрителей	453,82
1-108	Коридор	15,9	1-139	Гамбур	10,32
1-109	Гамбур	9,17	1-140	Гамбур	22,15
1-110	Помещение лестницы	30,4	1-141	Помещение лестницы	78,67
1-111	Гамбур раздевальной	3,07	1-142	Помещение уборного инвентаря	3,64
1-112	Раздевальная	18,84	1-143	Помещение лестницы	16,68
1-113	Восстановленный центр	43,46	1-144	Вестибюль	24,16
1-114	Санузел	2,23	1-145	Подсобное помещение	3,87
1-115	Комната отдыха	28,06	1-146	Подсобное помещение с гамбуром	7,47
1-116	Гамбур камеры сухого жара	1,29	1-147	Санузел	2,27
1-117	Камера сухого жара на 7 мест	14,9	1-148	Электрощитовая	17,80
1-118	Гамбур камеры сухого жара	1,29	1-149	Помещение для	63,33
1-150	хранения спортивного	12,27	1-164	Санузел	9,14
1-151	инвентаря и оборудования	14,09	1-165	Санузел	8,33
1-152	Помещение лестницы	16,67	1-166	Гардероб для занимающихся	55,97
1-153	Вестибюль	24,16	1-167	Санузел	3,53
1-154	Санузел	2,11	1-168	Санузел	3,53
1-155	Подсобное помещение с гамбуром	7,63	1-169	Помещение лестницы	11,21

1-156	Подсобное помещение	3,87	1-170	Гамбур	9,17
1-157	Помещение для Секритариата	18,59	1-171	Гардероб посетителей для	128,80
1-158	Коридор	22,80	1-166	Гардероб для занимающихся	55,97
1-159	Помещение для Наградного отдела	20,64	1-167	Санузел	3,53
1-160	Помещение для судей	18,20	1-168	Санузел	3,53
1-161	Гамбур санузла	3,36	1-169	Помещение лестницы	11,21
1-162	Помещение оборонного инвентаря	1,28	1-170	Гамбур	9,17
1-163	Гамбур санузла	3,01	1-171	Гардероб посетителей для	128,80

Технико-экономические показатели

Объемно-планировочные показатели :

Площадь застройки	7 479,54 м ²
Общая площадь	17 006,10 м ²
Полезная площадь	16 611,81 м ²
Площадь залов, буфетов, столовой с подсобными помещениями	2 972,65 м ²
Площадь спортивных помещений	3 999,18 м ²
Строительный объем здания	15 330,60 м ³

Планировочный коэффициент $K_1 = 1,21$

(отношение рабочей площади к общей приведенной (полезной) площади)

Объемный коэффициент $K_2 = 9,23$

(отношение строительного объема здания к общей приведенной (полезной) площади)

Схемы эвакуации зрителей из зрительного зала

В основу заложены предельно допустимые расстояния, согласно Строительные нормы и правила СНиП 21-01-97* "Пожарная безопасность зданий и сооружений", от наиболее удаленной точки до эвакуационного выхода.

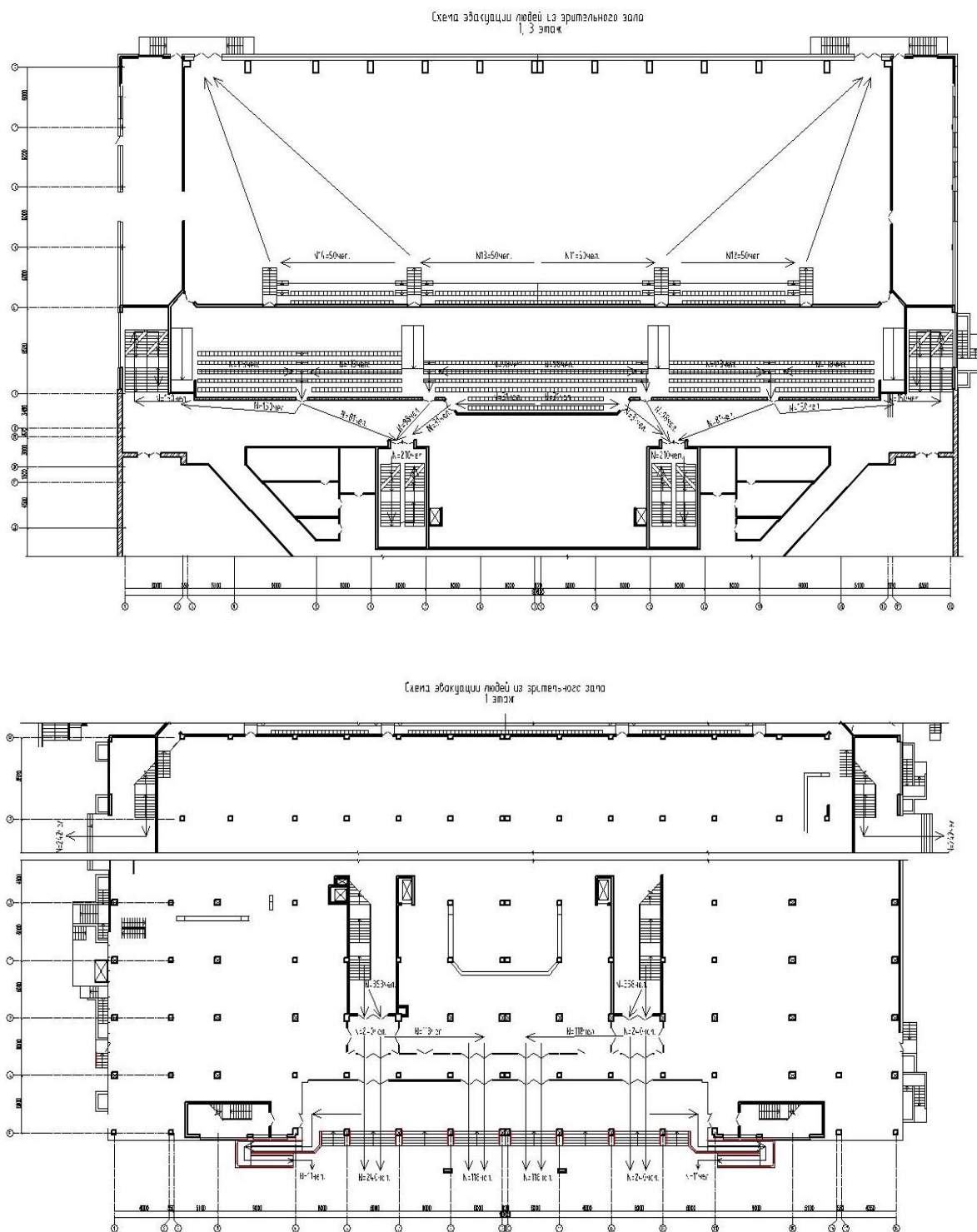


Рис. 2 Схемы эвакуации людей из зрительного зала

Конструктивные решения

Здание спортивно-зрелищного комплекса решено по каркасной схеме - монолитный железобетонный каркас.

Основным несущим элементом каркаса является ферма, с поясами и решеткой из парных уголков пролетом 36 метра и монолитные железобетонные колонны сплошного сечения. Ферма с параллельными поясами выполнена из стали С245, тип решетки – треугольная.

Фундаменты данного объекта представлены монолитными отдельно стоящими фундаментами под колонны.

В здании запроектировано монолитное железобетонное перекрытие. Монолитное перекрытие отвечает высоким требованиям жесткости здания в целом.

Стены - монолитные из полнотелого керамического одинарного кирпича М100 с армированием сеткой через 4 ряда кладки на цементно-песчаном растворе М100 и М50. Проектом предусмотрено наружное утепление стен утеплителем «Rockwool» «ВЕНТИ БАТТС» в системе навесного вентилируемого фасада с воздушным зазором и облицовкой кассетами из композитного материала.

Перегородки внутри здания решены из керамического полнотелого одинарного кирпича толщиной 120мм.

Площадь окон назначена исходя из нормативных требований естественной освещенности и стандартов. Блок оконный пластиковый двустворчатый, с глухой и поворотно-откидной створкой, однокамерным стеклопакетом (24 мм).

Двери на путях эвакуации открываются наружу. Конструкция дверей внутри здания принята так, чтобы они не мешали передвижению. Блоки дверные наружные или тамбурные с заполнением стеклопакетами (ГОСТ 30970-2002). Дверь противопожарная металлическая однопольная ДПМ-01/30, размером 900х2100 мм.

Лестничные марши 1ЛМ 27.11.14-4 - основной соединительный элемент этажей здания, в виде монолитного ряда ступеней (высота ступеней 150 мм, шириной марша -1200 мм). Благодаря цельным маршам лестницы не нужно собирать из большого количества отдельных элементов, а стоит просто состыковать с лестничными площадками.

Покрытие пола арены, спортивных и тренировочных залов – доски шпунтованные с пропиткой антисептиком и антипиреном с последующим нанесением лака по огрунтованной поверхности, затем лаги 100×40мм по ГОСТ 24454-80Е, прокладка гидроизоляционная, подстилающий слой бетон класса В7,5, армированный сеткой по ГОСТ 23279-85. В помещениях администратора, технического и медицинского персонала, процедурных, тренерских и комнатах для спортсменов – негорючий линолеум. Покрытие пола остальных помещений: плитки керамогранитные на цементно-песчаном растворе марка 150, стяжка на цементно-песчаном растворе М 150, слой пергамина ГОСТ 2697-83, затем звукоизоляционный слой или теплоизоляционный слой (минераловатные плиты Rocwool). В уровне подвального этажа подготовка под полы щебеночная.

Покрытие решено в конструкциях смешанного типа, а именно: одна часть - это монолитные плиты покрытия, а вторая часть в осях «Д-С» здания решена в металлических конструкциях. Арена перекрыта стропильными фермами с поясами и решеткой из парных уголков пролетом 36 м, опирающиеся на железобетонные монолитные колонны.

Состав кровли по железобетонной монолитной плите:

- затирка цементно-песчаным раствором,
- огрунтовка,
- пароизоляция – 1 слой битумно-полимерного материала,
- минераловые плиты Rocwool,
- разделительный слой – пергамин по ГОСТ 2697-83,
- керамзитовый гравий ГОСТ 9757-90, стяжка из цементно-песчаного раствора М100 армированная сеткой по ГОСТ 23279-85,
- огрунтовка,
- битумно-полимерный материал «Унифлекс ЭПП».

Состав кровли по металлическим фермам и прогонам:

- стальной профилированный настил,
- пароизоляция – 1 слой битумно-полимерного материала,
- утеплитель – плиты минераловатные Rocwool,
- битумно-полимерный материал «Унифлекс ЭПП».

Отделка фасадов: керамический кирпич с облицовкой кассетами из композитного материала по навесной фасадной системе с воздушным зазором; витражи из алюминиевого профиля с заполнением стеклопакетами. Цоколь облицован керамогранитной плиткой.

Отделка помещений: оклейка обоями под окраску, окраска вододисперсионной краской, штукатурка стен, облицовка керамической плиткой.

Потолок арены - окрасить нитроэмалью, в остальных помещениях – окраска вододисперсионной краской, подвесной потолок «Armstrong».

Теплотехнический расчёт

Климатические параметры района строительства принимаются по СНиП 23-01-1999* актуализированная редакция [13] для г. Пенза.

Для жилых, административных и промышленных зданий климатические параметры имеют следующие значения:

- средняя температура наиболее холодной пятидневки $t_{ext} = -33^{\circ}\text{C}$;
- средняя температура отопительного периода $t_{ht} = -4,5^{\circ}\text{C}$;
- продолжительность отопительного периода $z_{ht} = 207$ сут.

Краткая характеристика объекта и нормативные требования

Наружные стены выполнены с внутренним слоем из кирпича, толщиной 0,25 м ($\lambda_B = 0,87$ Вт/м °С), утеплитель – гидрофобные минераловатные плиты «ROCKWOOL» типа «Венти-Баттс» толщиной, определяемой расчетом с $\lambda = 0,045$ Вт/м·°С. Несущий каркас монтируется на наружную сторону стены. Стена состоит из линейных вертикальных направляющих и алюминиевых кронштейнов. На алюминиевые кронштейны навешивается экран. Облицовочный слой экрана состоит из кассетных панелей. Размеры кассетных панелей $0,6 \times 1,2$ м. Кассеты выполнены из композитного листового материала «Alucobond», толщина материала 4 мм. Между кассетными панелями и слоем утеплителя воздушный зазор 60 мм. Приточное входное щелевое отверстие устраивается в нижней части экрана (у цоколя), вытяжное выходное щелевое отверстие - в верхней части (у карниза). Через зазоры отдельных кассетных панелей происходит обмен воздуха. Соответствующими расчетами определяется толщина утеплителя.

Требования к теплотехническим характеристикам конструкций содержатся в СНиП 23-02 [14].

Исходя из санитарно-гигиенических, комфортных условий и условий энергосбережения, приведены в [14] требования к сопротивлению теплопередаче конструкций.

На основе [14] составлена таблица 2 исходных расчетных данных. В таблице 2 представлены требуемые сопротивления теплопередаче наружных стен жилых домов.

Значения нормативных требований к наружным ограждениям
жилых зданий

Таблица 2

№ пп	Название нормативного документа	R _{req} м ² ·°C/Вт	D _d °C·сут	Город
1	СНиП 23-02-2003 табл.4	3,15	5072	Пенза

Расчет толщины теплоизоляции наружной стены

Толщина теплоизоляции «ROCKWOOL» типа «Венти-Баттс» кирпичной (рис.1.2)

стены для г. Пензы равна:

$$\delta_{\text{ут}} = \left(\frac{3,15}{0,7} - \frac{0,02}{0,87} - \frac{0,25}{0,87} - 0,1 - \frac{0,001}{0,045} - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,1746 \text{ м}$$

где 3,15 - приведенное сопротивление теплопередаче стен общественных зданий г.Пенза, м²·°C/Вт;

0,7 - коэффициент теплотехнической однородности, табл.8 [13];

0,10 - термическое сопротивление вентилируемой воздушной прослойки условно принимаем равным 3% от приведенного сопротивления теплопередаче, м²·°C/Вт;

0,001 - толщина паропроницаемой влаговетрозащитной пленки «TYVEK», м.

0,045 - коэффициент теплопроводности «ROCKWOOL» типа «Венти-Баттс», Вт/м °C .

Принимаем толщину утеплителя «ROCKWOOL» типа «Венти-Баттс» равной 180мм.

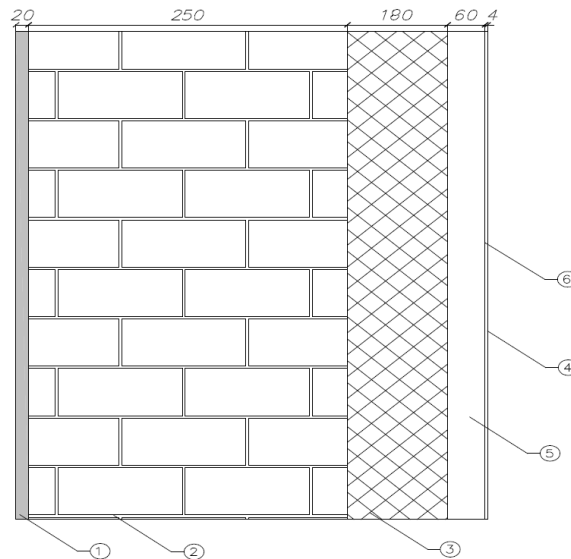


Рис. 3 Схема наружной стены для расчета влажностного режима.

1 – штукатурный известково-песчаный раствор;

2 – кирпичная кладка; 3 – минеральная вата;

4 – панель экрана; 5 – воздушная прослойка;

6 – зона возможной конденсации.

Сопротивление теплопередаче по глади кирпичной наружной стены при толщине утеплителя «ROCKWOOL» типа «Венти-Баттс» 0,18 м:

$$R_0 = \frac{0,18}{0,045} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,25}{0,87} + 0,1 + \frac{0,001}{0,045} + \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} = 4,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_{\text{факт}} = 4,59 \cdot 0,7 = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Толщина утеплителя может быть скорректирована в соответствии с номенклатурой выпускаемых изделий, что не повлияет на правомочность полученных расчетов и выводов.

Расчет естественного освещения

Целью данного расчета является определение площади световых проемов для помещения, в котором предусмотрено естественное боковое одностороннее освещение.

Расчёт выполнен в соответствии со СНиП II-4-79 - Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.

Габаритные размеры: длина $A = 102,6 \text{ м}$, глубина $B = 32,52 \text{ м}$, высота $H = 22,1 \text{ м}$. Уровень рабочей поверхности $h_{\text{раб}} = 0,8 \text{ м}$.

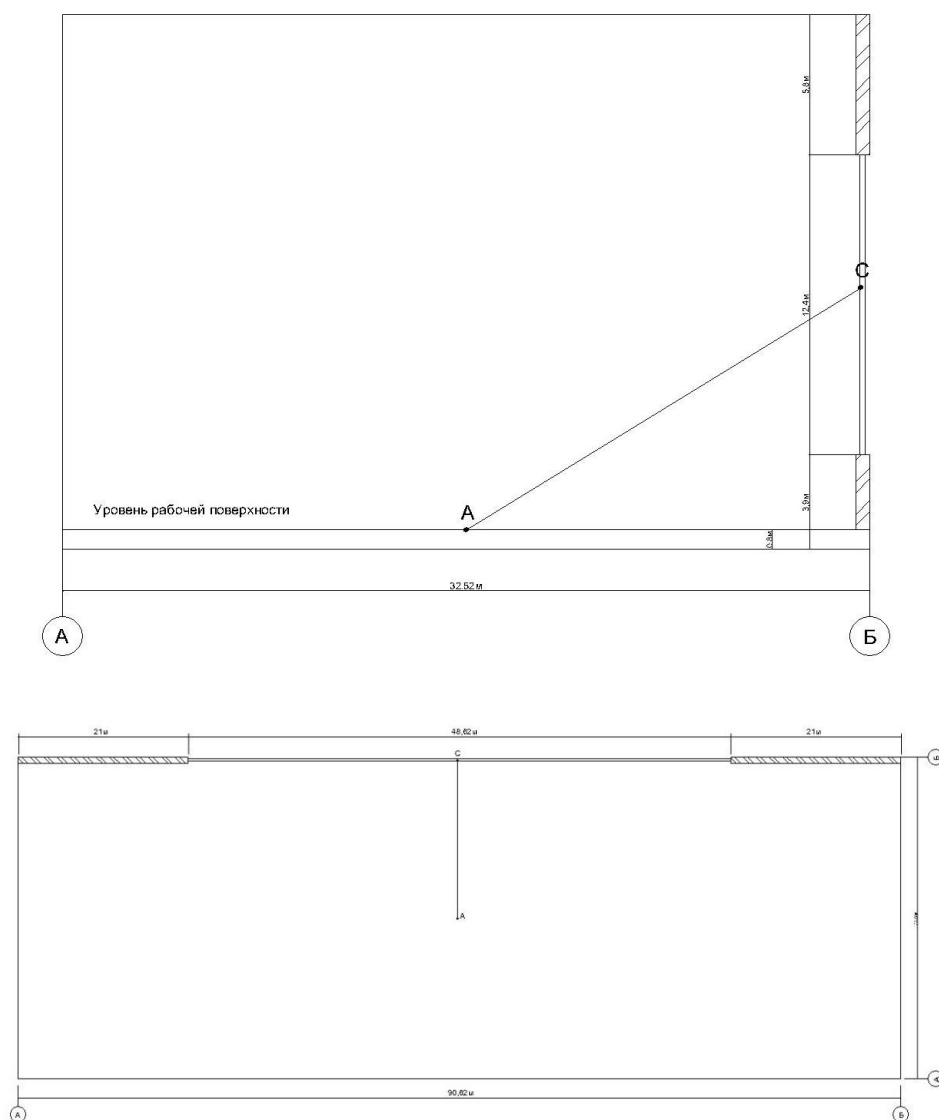


Рис. 4 К расчёту естественного освещения

Определяем нормированное значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) . На основании формулы:

$$e_{мин} = E_0 \cdot q_c \cdot \tau_0 \cdot r_1$$

В соответствии со СНиП (II-4-79) выбираем значения:

t_1 — коэффициент, учитывающий потери света в светопропускающем материале, для стеклопакета $t_1 = 0,8$.

t_2 — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, для стекложелезобетонных панелей с пустотелыми стеклянными блоками при толщине шва более 20 мм: $t_2 = 0,85$.

t_3 — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (при боковом освещении $t_3 = 1$).

t_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах. Принимаем $t_4 = 1$.

t_5 — коэффициент, учитывающий потери света в слое загрязнения: $t_5 = 0,8$.

Определяем параметр

$$t_0 = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4 \cdot t_5;$$

$$t_0 = 0,544$$

Определим r_1 — коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию.

Для этого определим:

средневзвешенный коэффициент отражения:

$$\beta_{cp} = \frac{p_1 S_1 + p_2 S_2 + p_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3}$$

где p_i -коэффициенты отражения материала пола, стен и потолка, ($p_1=0,3$; $p_2=0,65$; $p_3=0,5$)

S_i - площадь пола, стен и потолка соответственно

($S_1=2534 \text{ м}^2$; $S_2=2534 \text{ м}^2$; $S_3=760,2 \text{ м}^2$;)

$$\beta_{cp} = 0,5;$$

Отношение глубины помещения В к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна: $32,52/16,2=2$

Отношение расстояния расчётной точки от наружной стены к L к глубине помещения В: $13/32,52=0,4$

Отношение длины помещения L к его глубине В:

$$102,6/32,52=3,15$$

Исходя из всего вычисленного имеем:

$$r_1=1,2;$$

Из графика СНиП (II-4-79) определяем q_c , зная, что угол $\theta=33^\circ$. $q_c=0,9$.

Значение E_6 вычисляется по характерному разрезу А.М.Данилюка.

Находим: $n_1=15$; $n_2=88$.

$$E_6=0,01 \cdot n_1 \cdot n_2=0,01 \cdot 15 \cdot 88=13,2\%$$

Тогда

$$e_{\min}=13,2 \cdot 0,9 \cdot 0,544 \cdot 1,2=7,76\%$$

Нормируемое значение КЕО определяется по формуле:

$$e_n=e \cdot m \cdot C$$

Величины коэффициентов в зависимости от светового климата (для Пензы - III) определяем по таблице СНиП:

$$m=1;$$

$$C=1;$$

$$e=2,5\%$$

$$e_n=2,5 \cdot 1 \cdot 1=2,5\%$$

$$e_{\min}=7,76\% > e_n=2,5$$

2. Расчетно-конструктивный раздел

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				Лист
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подпис	Дат	ВКР-2069059-08.04.01-151125-17

2.1. Расчет стропильной фермы

2.1.1. Сбор нагрузок

Постоянная нагрузка

Таблица 3

№	Вид нагрузки	g^H , кН/м ²	γ	g , кН/м ²
1	Техноэласт ЭКП	0,06	1,3	0,078
2	Техноэласт ЭПП	0,057	1,3	0,074
3	Плита минераловатная $\rho=160 \text{ кг/м}^3$, $t=150 \text{ мм}$	0,24	1,2	0,288
4	Пароизоляция – пленка полиэтиленовая	0,05	1,3	0,065
5	Профилированный настил Н-57- 750-0,6	0,13	1,05	0,14
6	Прогоны покрытия швеллер №24	0,05	1,05	0,0524
7	Собственный вес фермы	0,4	1,05	0,42
	Итого:	1,09		1,12

Нагрузка от покрытия: $q_{кр}=1,12 \text{ кН/м}^2$

Равномерно распределенную нагрузку приводим к сосредоточенным силам, приложенным в узлах фермы:

$$P_{1,11} = q_{кр} B d = 1,12 \cdot 7,5 \cdot (1,5 + 1,375) = 24,15 \text{ кН} ;$$

$$P_{2...10} = 1,12 \cdot 7,5 \cdot 3 = 25,2 \text{ кН}$$

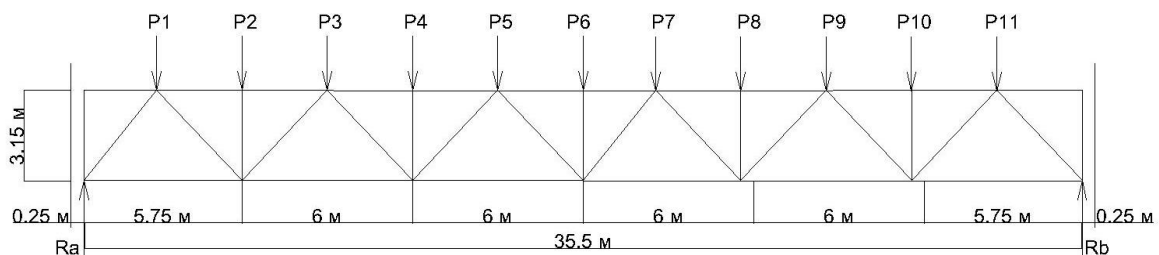


Рис. 5 К расчёту естественного освещения

Снеговая нагрузка

Расчетная снеговая нагрузка для III снегового района $S_q=1,8 \text{ кПа}$.

Равномерно распределенную нагрузку приводим к сосредоточенным силам, приложенным в узлах фермы:

$$P_{1,11} = S_q db = 1,8 \cdot 7,5 \cdot (1,5 + 1,375) = 38,81 \text{ кН};$$

$$P_{2,10} = S_q db = 1,8 \cdot 7,5 \cdot 3 = 40 \text{ кН}$$

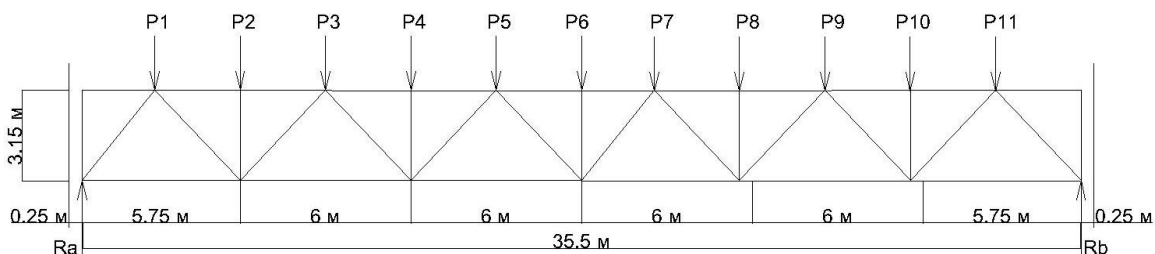


Рис. 6 Снеговая нагрузка

2.1.2. Определение усилий

Усилия ферме определены методом Риттера. Ферму рассекаем, и действие отброшенной части заменяем неизвестными силами, приложенными к стержням в месте разреза.

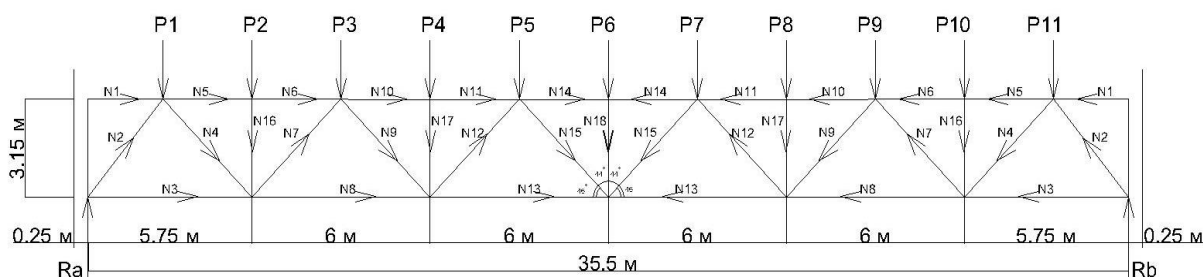


Рис. 7 К определению внутренних усилий

Примем следующие обозначения элементов: 1, 5, 6, 10, 11, 14 – для элементов верхнего пояса; 2, 4, 7, 9, 12, 15 – для раскосов; 3, 8, 13 – для элементов нижнего пояса; 16, 17, 18 – для стоек.

Сечение 1 – 1

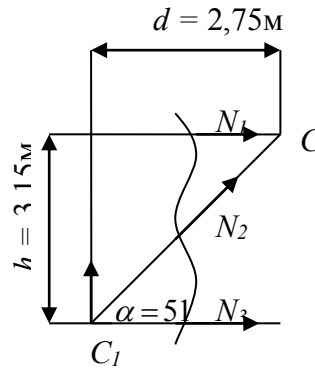


Рис. 8

$$\sum M_{C1} = 0: N_1 \cdot h = 0; N_1 = 0$$

$$\sum M_{C2} = 0: -N_3 \cdot h + R_A \cdot d = 0$$

$$N_3 = \frac{R_A \cdot d}{h} = \frac{2,75 \cdot 356,36}{3,15} = 311,11 \text{ кН}$$

$$\sum P_x = 0: N_1 + N_3 + N_2 \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_2 = -\frac{N_3 + N_1}{\cos \alpha} = -\frac{311,11 + 0}{0,629} = -494,6 \text{ кН}$$

$$(\text{tg } \alpha = 3,15/3 = 1,05; \alpha = 51^\circ)$$

Сечение 2 – 2

$$\sum M_{C1} = 0 \quad N_5 \cdot h - P_1 \cdot d + R_A \cdot d_1 = 0$$

$$N_5 = \frac{P_1 \cdot d - R_A \cdot d_1}{h} = \frac{62,96 \cdot 3 - 356,36 \cdot 5,75}{3,15} = -590,54 \text{ кН}$$

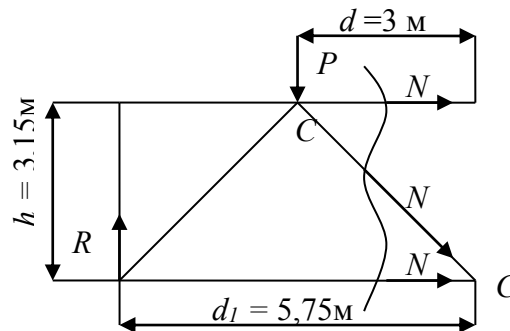


Рис. 9

$$\sum M_{C2} = 0 \quad -N_3 \cdot h + R_A \cdot d = 0$$

$$N_3 = \frac{R_A \cdot d}{h} = \frac{356,36 \cdot 2,75}{3,15} = 311,11 \text{ кН}$$

$$\sum P_x = 0 \quad N_5 + N_3 + N_4 \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_4 = - \frac{N_5 + N_3}{\cos \alpha} = - \frac{590,54 - 311,11}{0,695} = 402,06 \text{ кН}$$

Сечение 3 – 3

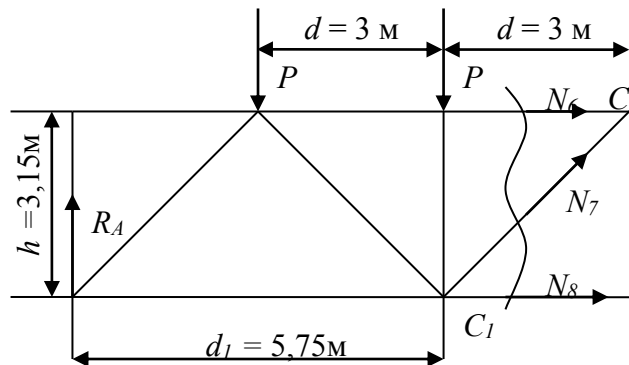


Рис. 10

$$\sum M_{C1} = 0 \quad N_6 \cdot h - P_1 \cdot d + R_A \cdot d_1 = 0$$

$$N_6 = \frac{P_1 \cdot d - R_A \cdot d_1}{h} = \frac{62,96 \cdot 3 - 356,36 \cdot 5,75}{3,15} = -590,54 \text{ кН}$$

$$\sum M_{C2} = 0 \quad -N_8 \cdot h - P_2 \cdot d - P_1 \cdot 2d + R_A \cdot (d_1 + d) = 0$$

$$N_8 = \frac{R_A \cdot (d_1 + d) - P_2 \cdot d - P_1 \cdot 2d}{h} = \frac{356,36(5,75 + 3) - 65,2 \cdot 3 - 62,96 \cdot 2 \cdot 3}{3,15} = 807,87 \text{ кН}$$

$$\sum P_x = 0 \quad N_8 + N_6 + N_7 \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_7 = - \frac{N_8 + N_6}{\cos \alpha} = - \frac{807,87 - 590,54}{0,695} = -312,7 \text{ кН}$$

Сечение 4 - 4

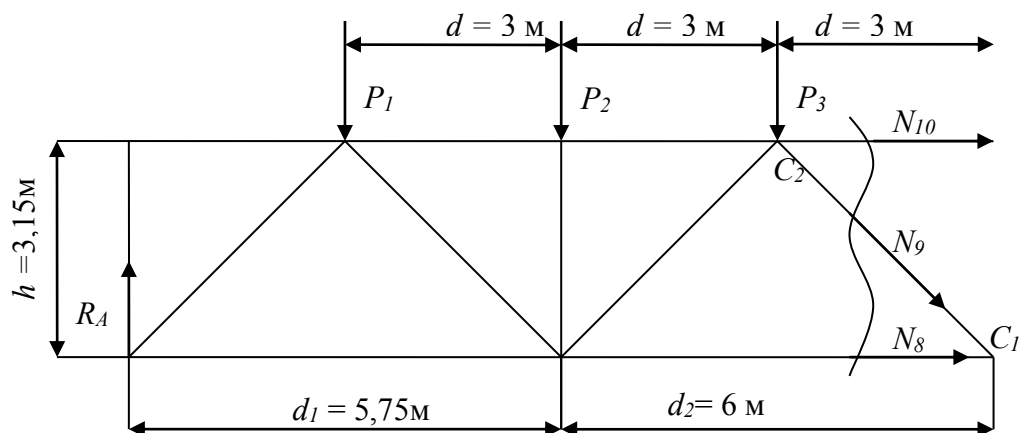


Рис. 11

$$\sum M_{C1} = 0 \quad N_{10} \cdot h - P_3 \cdot d - P_2 \cdot 2d - P_1 \cdot 3d + R_A \cdot (d_1 + d_2) = 0$$

$$N_{10} = \frac{-R_A \cdot (d_1 + d_2) + P_1 \cdot 3d + P_2 \cdot 2d + P_3 \cdot d}{h} = \frac{-356,36(5,75 + 6) + 62,96 \cdot 3 \cdot 3 + 65,2 \cdot 2 \cdot 3 + 65,2 \cdot 3}{3,15} = -963,11$$

$$\sum M_{C2} = 0 \quad -N_8 \cdot h - P_2 \cdot d - P_1 \cdot 2d + R_A \cdot (d_1 + d_2) = 0$$

$$N_8 = \frac{R_A \cdot (d_1 + d_2) - P_1 \cdot 2d - P_2 \cdot d}{h} = \frac{356,36 \cdot (5,75 + 3) - 62,96 \cdot 2 \cdot 3 - 65,2 \cdot 3}{3,15} = 807,87 \text{ кН}$$

$$\sum P_x = 0 \quad N_8 + N_{10} + N_9 \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_9 = -\frac{N_8 + N_{10}}{\cos \alpha} = -\frac{807,87 - 963,11}{0,695} = 233,37 \text{ кН}$$

Сечение 5 - 5

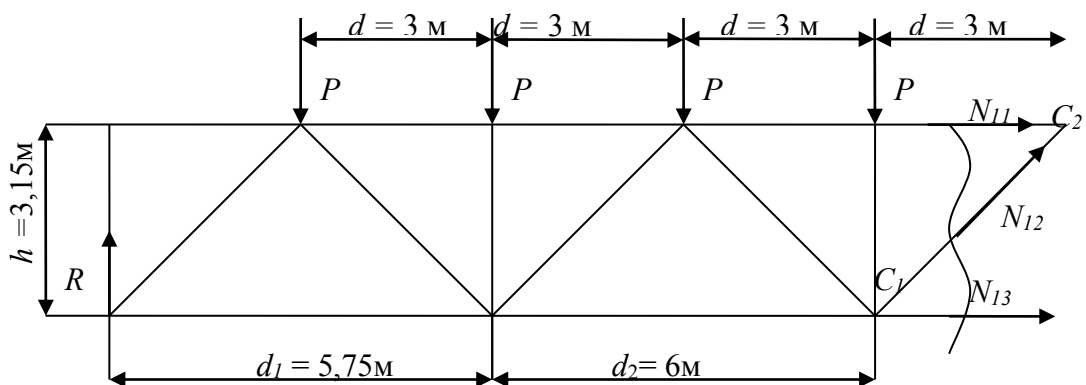


Рис. 12

$$\sum M_{C1} = 0 \quad N_{11} \cdot h - P_3 \cdot d - P_2 \cdot 2d - P_1 \cdot 3d + R_A \cdot (d_1 + d_2) = 0$$

$$N_{11} = \frac{-R_A \cdot (d_1 + d_2) + P_1 \cdot 3d + P_2 \cdot 2d + P_3 \cdot d}{h} = \frac{356,36(5,75 + 6) + 65,2 \cdot 3 \cdot 3 + 65,2 \cdot 2 \cdot 3 + 62,96 \cdot 3}{3,15} = -963,11 \text{ кН}$$

$$\sum M_{C2} = 0 \quad -N_{13} \cdot h - P_4 \cdot d - P_3 \cdot 2d - P_2 \cdot 3d - P_1 \cdot 4d + R_A \cdot (d_1 + 1,5d_2) = 0$$

$$N_{13} = \frac{R_A \cdot (d_1 + 1,5d_2) - P_1 \cdot 4d - P_2 \cdot 3d - P_3 \cdot 2d - P_4 \cdot d}{h} = \frac{356,36 \cdot (5,75 + 9) - 62,96 \cdot 4 \cdot 3 - 65,2 \cdot 3 \cdot 3 - 65,2 \cdot 2 \cdot 3 - 65,2 \cdot 3}{3,15} = 1056,25 \text{ кН}$$

$$\sum P_x = 0 \quad N_{13} + N_{11} + N_{12} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_{12} = -\frac{N_{13} + N_{11}}{\cos \alpha} = -\frac{1056,25 - 958,84}{0,695} = -140,16 \text{ кН}$$

Сечение 6 - 6

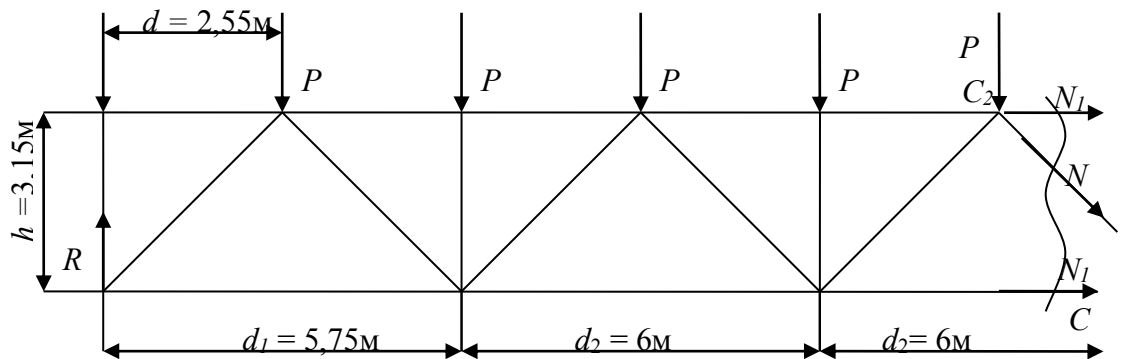


Рис. 13

$$\sum M_{C1} = 0 \quad N_{14} \cdot h - P_5 \cdot d - P_4 \cdot 2d - P_3 \cdot 3d - P_2 \cdot 4d - P_1 \cdot 5d + R_A \cdot (d_1 + 2d_2) = 0$$

$$N_{14} = \frac{-R_A \cdot (d_1 + 2d_2) + P_1 \cdot 5d + P_2 \cdot 4d + P_3 \cdot 3d + P_4 \cdot 2d + P_5 \cdot d}{h} = \frac{-356,36 \cdot (5,75 + 12) + 62,96 \cdot 5 \cdot 3 + 65,2 \cdot 4 \cdot 3 + 65,2 \cdot 3 \cdot 3 + 65,2 \cdot 2 \cdot 3 + 65,2 \cdot 3}{3,15} = -1126,77 \text{ кН}$$

$$\sum M_{C2} = 0 \quad -N_{13} \cdot h - P_4 \cdot d - P_3 \cdot 2d - P_2 \cdot 3d - P_1 \cdot 4d + R_A \cdot (d_1 + 1,5d_2) = 0$$

$$N_{13} = \frac{R_A \cdot (d_1 + 1,5d_2) - P_1 \cdot 4d - P_2 \cdot 3d - P_3 \cdot 2d - P_4 \cdot d}{h} = \frac{356,36 \cdot (5,75 + 9) - 62,96 \cdot 4 \cdot 3 - 65,2 \cdot 3 \cdot 3 - 65,2 \cdot 2 \cdot 3 - 65,2 \cdot 3}{3,15} = 1056,25 \text{ кН}$$

$$\sum P_x = 0 \quad N_{13} + N_{14} + N_{15} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$N_{15} = -\frac{N_{13} + N_{14}}{\cos \alpha} = -\frac{1033,62 - 1126,77}{0,695} = 134,03 \text{ кН}$$

Определяем усилия в стойках:

$$N_{16} = N_{17} = N_{18} = 65,2 \text{ кН}; \quad N_{19} = 31,48 \text{ кН}.$$

Результаты расчета усилий приведены в табл.4

Таблица 4

Элемент фермы	Обозначение стержня	Расчетное Усилие, кН
Верхний пояс	1	0
	5, 6	-590,54
	10, 11	-963,11
	14	-1126,77
Раскосы	2	-494,6
	4	402,06
	7	-312,7
	9	233,37
	12	-140,16
	15	134,03
Нижний пояс	3	311,11
	8	807,87
	13	1056,25
Стойки	16	65,2
	17	65,2
	18	65,2
	19	31,48

2.1.3 Подбор сечений элементов фермы

Принимаем толщину фасонки $t_f=14$ мм.

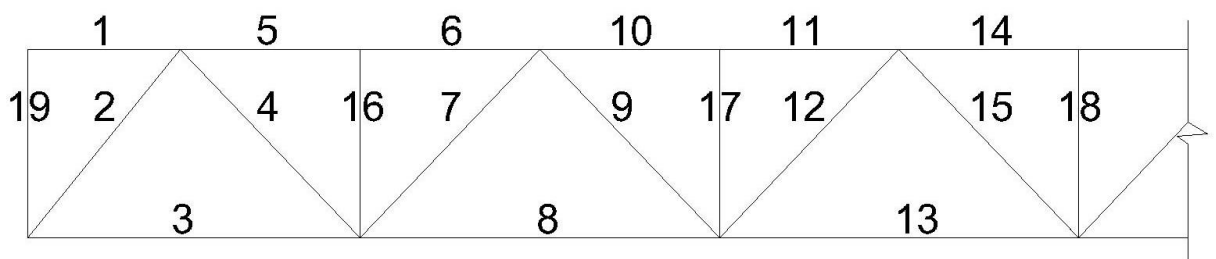


Рис. 14 К расчету сечений стержней фермы

1. Подбор сечений стержней верхнего пояса.

Верхний пояс проектируем с изменением сечения по всей длине.

Стержни 1, 5, 6

Рассчитываем стержни на максимальное усилие $N = -5905,4$ гН.

Задаёмся коэффициентом продольного изгиба $\varphi = 0,7$

Требуемая площадь сечения:

$$\text{из формулы } \frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1 \text{ имеем: } A_{\text{до}} = \frac{N}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y} = \frac{5905,4}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 240} = 43,94 \text{ дм}^2.$$

где $A_{\text{тр}}$ – требуемая площадь элемента;

N – усилие в элементе;

φ – коэффициент продольного изгиба, принимаемый вначале 0,7 – 0,8 для поясов и 0,5 – 0,6 для стержней решетки;

γ_c – коэффициент условий работы, по [СНиП II-23-81*, табл.6]

R_y – расчетное сопротивление стали, по [СНиП II-23-81*, табл.51*] для стали С245 $R_y = 240$ МПа.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x = \frac{l_{\text{ox}}}{\lambda} = \frac{300}{150} = 2 \text{ см};$$

$$i_y = \frac{l_{\text{oy}}}{\lambda_y} = \frac{600}{150} = 4 \text{ см}.$$

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 140x10, $A = 54,6$ см², $i_x = 4,33$ см, $i_y = 6,22$ см (по прил. 14[29]).

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_{\text{до}} = \frac{l_{\text{ox}}}{i_x} = \frac{300}{4,33} = 69,28 \rightarrow \varphi = 0,758$$

$$\lambda_{\text{до}} = \frac{l_{\text{oy}}}{i_y} = \frac{600}{6,26} = 95,85 \rightarrow \varphi = 0,571.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{5905,4}{240 \cdot 0,758 \cdot 0,8 \cdot 54,6} = 0,74 < 1$$

$$\frac{5905,4}{240 \cdot 0,571 \cdot 0,8 \cdot 54,6} = 0,98 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Стержни 10, 11, 14

Рассчитываем стержни на максимальное усилие $N = -11267,7 \text{ кН}$.

Задаёмся коэффициентом продольного изгиба $\varphi = 0,7$

Требуемая площадь сечения:

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{\text{об}} = \frac{N}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y} = \frac{11267,7}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 240} = 83,84 \text{ м}^2$.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x = \frac{l_{ox}}{\lambda} = \frac{300}{120} = 2,5 \text{ см};$$

$$i_y = \frac{l_{oy}}{\lambda_y} = \frac{600}{120} = 5 \text{ см}.$$

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 200x12, $A = 94,2 \text{ см}^2$, $i_x = 6,22 \text{ см}$, $i_y = 8,69 \text{ см}$ (по прил. 14 [29]).

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{300}{6,22} = 48,23 \rightarrow \varphi = 0,859$$

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{600}{8,69} = 69 \rightarrow \varphi = 0,759.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{11267,7}{240 \cdot 0,859 \cdot 0,8 \cdot 94,2} = 0,72 < 1$$

$$\frac{11267,7}{240 \cdot 0,759 \cdot 0,8 \cdot 94,2} = 0,82 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

2. Подбор сечений нижнего пояса

Нижний пояс проектируем с изменением сечения по длине.

Стержень 3

Рассчитываем стержень на усилие $N=3111,1 \text{ zH}$

Требуемая площадь сечения :

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{\text{до}} = \frac{N}{\gamma_c \cdot R_y} = \frac{3111,1}{0,95 \cdot 240} = 13,65 \tilde{\text{m}}^2$.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x^{\text{тр}} = \frac{558,8}{400} = 1,4 \text{ см}$$

$$i_y^{\text{тр}} = \frac{1117,6}{400} = 2,8 \text{ см}$$

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 70x6, $A=16,3 \text{ см}^2$, $i_x=1,94 \text{ см}$, $i_y= 3,4 \text{ см}$ (по прил.16[4]).

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_{\text{о}} = \frac{l_{\text{ox}}}{i_x} = \frac{558,8}{1,94} = 288,04 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_{\text{о}} = \frac{l_{\text{oy}}}{i_y} = \frac{1117,6}{3,4} = 328,71 < [\lambda] = 400,$$

где $[\lambda] = 400$ – предельная гибкость растянутого стержня.

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$
$$\frac{3111,1}{240 \cdot 0,95 \cdot 16,3} = 0,84 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Стержни 8, 13

Рассчитываем стержень на максимальное усилие $N=10562,5 \text{ zH}$

Требуемая площадь сечения :

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{\text{до}} = \frac{N}{\gamma_c \cdot R_y} = \frac{10562,5}{0,95 \cdot 240} = 46,33 \tilde{\text{m}}^2$.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x^{\text{тр}} = \frac{600}{400} = 1,5 \text{ см}$$

$$i_y^{\text{тр}} = \frac{1200}{400} = 3 \text{ см}$$

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 140x10, $A=54,6 \text{ см}^2$, $i_x=4,33 \text{ см}$, $i_y=6,26 \text{ см}$ (по прил.16[4]).

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{600}{4,33} = 138,57 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{o\delta}}{i_{\delta}} = \frac{1200}{6,26} = 191,7 < [\lambda] = 400,$$

где $[\lambda] = 400$ – предельная гибкость растянутого стержня.

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{10562,5}{240 \cdot 0,95 \cdot 54,6} = 0,85 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

3. Подбор сечений сжатых раскосов

Стержень 2

Рассчитываем стержень на усилии $N = -4946 \text{ зН}$

Требуемая площадь сечения :

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{\delta\delta} = \frac{N}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y} = \frac{4946}{0,6 \cdot 0,95 \cdot 240} = 36,16 \text{ см}^2$.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x = \frac{l_{ox}}{\lambda} = \frac{336,8}{150} = 2,24 \text{ см};$$

$$i_y = \frac{l_{oy}}{\lambda} = \frac{421}{150} = 2,81 \text{ см},$$

где $[\lambda] = 150$ – предельная гибкость сжатого раскоса.

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 125x10, $A=48,6 \text{ см}^2$, $i_x=3,85 \text{ см}$, $i_y= 5,66 \text{ см}$.

Гибкости стержня:

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{336,8}{3,85} = 87,48 \rightarrow \varphi = 0,859$$

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{ox}}{i_{\delta}} = \frac{421}{5,66} = 74,38 \rightarrow \varphi = 0,724$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{4946}{240 \cdot 0,859 \cdot 0,95 \cdot 48,6} = 0,52 < 1$$

$$\frac{4946}{240 \cdot 0,724 \cdot 0,95 \cdot 48,6} = 0,62 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Стержень 7

Рассчитываем стержень на усилие $N = -3127 \text{ гН}$

Требуемая площадь сечения :

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y} = \frac{3127}{0,6 \cdot 0,8 \cdot 240} = 27,14 \text{ см}^2$.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x = \frac{l_{ox}}{\lambda} = \frac{348}{150} = 2,32 \text{ см};$$

$$i_y = \frac{l_{oy}}{\lambda} = \frac{435}{150} = 2,9 \text{ см},$$

где $[\lambda] = 150$ – предельная гибкость сжатого раскоса.

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 125x10, $A = 48,6 \text{ см}^2$, $i_x = 3,85 \text{ см}$, $i_y = 5,66 \text{ см}$.

Гибкости стержня:

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{3,85} = 90,39 \rightarrow \varphi = 0,609$$

$$\lambda_{\delta} = \frac{l_{ox}}{i_{\delta}} = \frac{435}{5,66} = 76,86 \rightarrow \varphi = 0,707.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{3127}{240 \cdot 0,506 \cdot 0,8 \cdot 34,4} = 0,94 < 1$$

$$\frac{3127}{240 \cdot 0,637 \cdot 0,8 \cdot 34,4} = 0,74 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Стержень 12

Рассчитываем стержень на усилие $N = -1401,6 \text{ кН}$

Требуемая площадь сечения :

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y} = \frac{1401,6}{0,6 \cdot 0,8 \cdot 240} = 12,17 \text{ см}^2$.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x = \frac{l_{ox}}{\lambda} = \frac{348}{150} = 2,32 \text{ см};$$

$$i_y = \frac{l_{oy}}{\lambda} = \frac{435}{150} = 2,9 \text{ см},$$

где $\lambda = 150$ – предельная гибкость сжатого раскоса.

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 90x7, $A = 24,6 \text{ см}^2$, $i_x = 2,47 \text{ см}$, $i_y = 4,21 \text{ см}$.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{2,47} = 140,9 \rightarrow \varphi = 0,311$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{435}{4,21} = 103,33 \rightarrow \varphi = 0,521.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{1401,6}{240 \cdot 0,311 \cdot 0,8 \cdot 24,6} = 0,95 < 1$$

$$\frac{1401,6}{240 \cdot 0,521 \cdot 0,8 \cdot 24,6} = 0,57 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

4. Подбор сечений растянутых раскосов

Стержень 4

Рассчитываем стержень на усилие $N=4020,6 \text{ зН}$

Требуемая площадь сечения:

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{mp} = \frac{N}{\gamma_c \cdot R_y} = \frac{4020,6}{0,95 \cdot 240} = 17,63 \text{ см}^2$.

По требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 80х6, $A=18,76 \text{ см}^2$, $i_x=2,19 \text{ см}$, $i_y=3,8 \text{ см}$.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{2,19} = 158,9 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{435}{3,8} = 114,47 < [\lambda] = 400.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$
$$\frac{4020,6}{240 \cdot 0,95 \cdot 18,76} = 0,94 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Стержень 9

- Рассчитываем стержень на усилие $N=2333,7 \text{ зН}$
- Требуемая площадь сечения:

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{mp} = \frac{N}{\gamma_c \cdot R_y} = \frac{2333,7}{0,95 \cdot 240} = 10,24 \text{ см}^2$.

По требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 63х6, $A=14,56 \text{ см}^2$, $i_x=1,93 \text{ см}$, $i_y=3,14 \text{ см}$.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{1,93} = 180,31 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{435}{3,14} = 138,54 < [\lambda] = 400.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{2333,7}{240 \cdot 0,95 \cdot 14,56} = 0,7 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Стержень 15

Рассчитываем стержень на усилие $N=1340,3 \text{ зН}$

Требуемая площадь сечения:

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{mp} = \frac{N}{\gamma_c \cdot R_y} = \frac{1340,3}{0,95 \cdot 240} = 5,88 \text{ см}^2$.

По требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 63х6, $A=14,56 \text{ см}^2$, $i_x=1,93 \text{ см}$, $i_y= 3,14 \text{ см}$.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{1,93} = 180 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{435}{3,14} = 138,54 < [\lambda] = 400.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{1340,3}{240 \cdot 0,95 \cdot 14,56} = 0,4 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

5. Подбор сечений стоек

Стержни 16, 17, 18.

Рассчитываем стержни на усилие $N= -652 \text{ зН}$.

Задаёмся коэффициентом продольного изгиба $\varphi=0,6$

Требуемая площадь сечения:

из формулы $\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$ имеем: $A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y} = \frac{652}{0,6 \cdot 0,8 \cdot 240} = 5,66 \text{ см}^2$.

Требуемые радиусы инерции:

$$i_x = \frac{l_{ox}}{\lambda_x} = \frac{252}{150} = 1,68 \text{ см};$$

$$i_y = \frac{l_{oy}}{\lambda_y} = \frac{315}{150} = 2,1 \text{ см}.$$

По радиусам инерции и требуемой площади принимаем сечение из 2 уголков 63х6, $A=14,56 \text{ см}^2$, $i_x=1,93 \text{ см}$, $i_y= 2,99 \text{ см}$.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{252}{1,93} = 130,57 \rightarrow \varphi = 0,361,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{315}{2,99} = 105,35 \rightarrow \varphi = 0,508.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{652}{240 \cdot 0,361 \cdot 0,8 \cdot 14,56} = 0,65 < 1$$

$$\frac{652}{240 \cdot 0,508 \cdot 0,8 \cdot 14,56} = 0,46 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Результаты подбора сечений стержней фермы, приведены в таблице 5.

Таблица сечений стержней фермы

Таблица 5

Элемент	Стержень	Расч. усилие, кН	Сечение	A, см ²	Расчетные длины		Радиус инерции		Гибкости		φ _{min}	γ
					l _x , см	l _y , см	i _x , см	i _y , см	λ _x	λ _y		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Верхний пояс	1	0	140x10	54,6	300	600	4,33	6,26	69,28	95,85	0,571	0,8
	5	590,54	140x10	54,6	300	600	4,33	6,26	69,28	95,85	0,571	0,8
	6											
	10	963,11	200x12	94,2	300	600	6,22	8,69	48,23	69,00	0,759	0,8
	11											
14	1126,77	200x12	94,2	300	600	6,22	8,69	48,23	69,00	0,759	0,8	
Нижний пояс	3	311,11	70x6	94,2	558,8	1117,6	1,94	3,4	288,04	328,7	-	0,95
	8	807,87	140x10	54,6	600	1200	4,33	6,26	138,57	191,7	-	0,95
	13	1056,25	140x10	54,6	600	1200	4,33	6,26	138,57	191,7	-	0,95
Раскосы	2	494,6	125x10	48,6	336,8	421	3,85	5,66	87,48	74,38	0,724	0,95
	4	402,06	80x6	18,76	348	435	2,19	3,8	158,9	114,47	-	0,95
	7	312,7	125x10	48,6	348	435	3,85	5,66	90,39	76,86	0,609	0,8
	9	233,37	63x6	14,56	348	435	1,93	3,14	180,31	138,3	-	0,95
	12	140,16	90x7	24,6	348	435	2,47	4,21	140,9	103,3	0,311	0,8
	15	134,03	63x6	14,56	348	435	1,93	3,14	180,4	138,5	-	0,95
Стойки	16	65,2	63x6	14,56	252	315	1,93	3,14	130,57	105,4	0,361	0,8
	17											
	18											
	19											

2.1.4. Расчет сварных швов прикрепления раскосов и стоек к фасонкам и поясам фермы

Для сварки узлов фермы принимаем полуавтоматическую сварку проволокой марки *Св-0,8Г2С*, $d=1,4...2$ мм (ГОСТ 2246-70*)

Коэффициенты и расчетные сопротивления, принимаемые при расчете по металлу

шва:

$$\beta_f=0,9; \gamma_{wf} = 1; R_{wf} = 180 \text{ МПа [17, табл.56*];}$$

$$\beta_f \cdot \gamma_{wf} R_{wf} = 0,9 \cdot 1 \cdot 180 = 162 \text{ МПа.}$$

При расчете по металлу границы сплавления

$$\beta_z=1,05; \gamma_{zf} = 1; R_{zf} = 0,45 \cdot R_{um} = 0,45 \cdot 370 \text{ МПа} = 166,5 \text{ МПа,}$$

$$\text{где } R_{um} = 370 \text{ МПа [17, табл.51*];}$$

$$\beta_z \cdot \gamma_{zf} R_{zf} = 1,05 \cdot 1 \cdot 166,5 = 174,8 \text{ МПа;}$$

$$\beta_f \cdot \gamma_{wf} R_{wf} = 162 \text{ МПа} < \beta_z \cdot \gamma_{zf} R_{zf} = 174,8 \text{ МПа.}$$

Несущая способность сварных швов определяется прочностью металла сварного шва и вычисляется по формуле:

$$l_u = \frac{\alpha N_{об(n)}}{nk_f (\beta_f R_{fz} \gamma_{wf} \gamma_c)} + 1 \dots 2 \text{ см}$$

где n – количество швов ($n=2$);

N – усилие, действующее на обушок (перо) уголков;

k_f – катет сварного шва [17, табл.38*];

β_f – коэффициент, зависящий от вида сварки, для полуавтоматической сварки $\beta_f = 0,9$;

$R_{fz} = 180 \text{ МПа}$ для сварочной проволоки Св08Г2С;

$\gamma_{wf} = 1$ – в конструкциях из стали с пределом текучести до 580 МПа, возводимых в климатических районах с расчетной температурой не ниже -40°C ;

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условия работы.

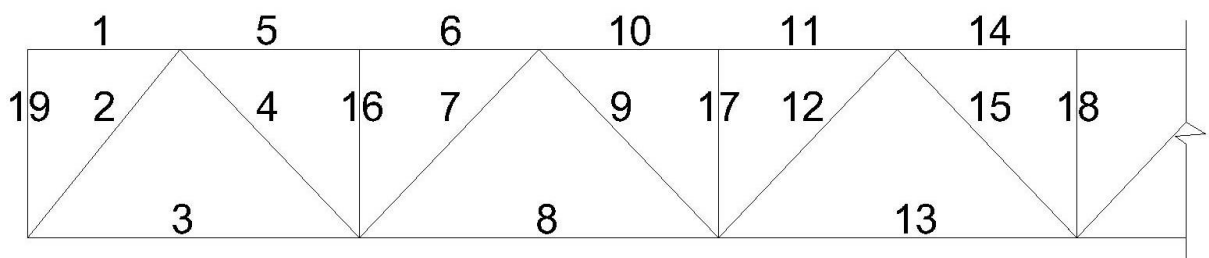


Рис. 15 К расчету швов

Расчет швов

Таблица 6

№ стержня	Сечение	[N], кН	Шов по обушке			Шов по перу		
			$\alpha N_{об},$ кН	$k_{ш},$ см	$l_{ш},$ см	$\alpha N_{п},$ кН	$k_{ш},$ см	$l_{ш},$ см
2	Г 125×10	494,6	0,7N=346,22	0,8	15	0,3N=148,38	0,6	9
4	Г 80×6	402,06	0,7N=281,44	0,5	19	0,3N=120,62	0,4	11
16	Г 63×6	65,2	0,7N=45,64	0,5	5	0,3N=19,56	0,4	4
7	Г 125×10	312,7	0,7N=218,89	0,8	10	0,3N=93,81	0,6	6
9	Г 63×6	233,37	0,7N=163,36	0,5	11	0,3N=70,011	0,4	7
12	Г 90×7	140,16	0,7N=98,112	0,6	7	0,3N=42,048	0,5	4
15	Г 63×6	134,03	0,7N=93,821	0,5	8	0,3N=40,209	0,4	5

2.1.5. Расчет узлов фермы

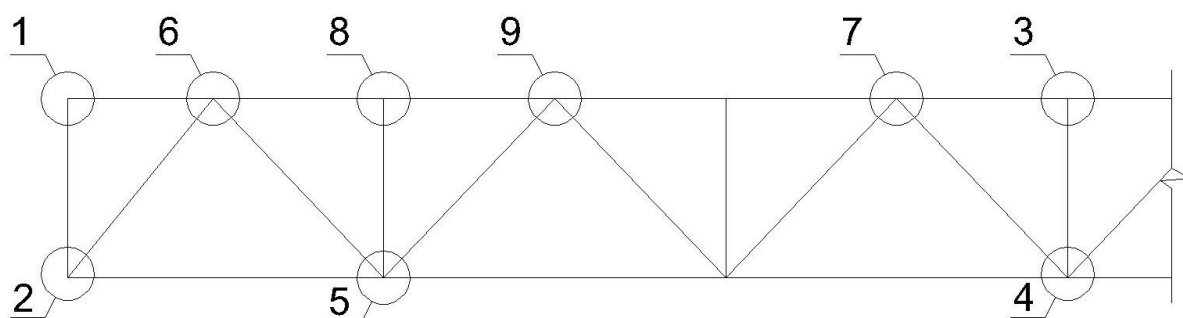


Рис. 16 К расчету узлов фермы

1. Расчет опорных узлов

Узел 1

При усилии $N_1=0$ верхний опорный узел проектируем конструктивно. размеры сварного шва, прикрепляющего верхний пояс и раскос, принимаем $k_f = 4 \text{ мм}, l_{ш} = 60 \text{ мм}.$

Узел 2

Опорный фланец принимаем толщиной 20 мм и шириной 250 мм.
Опорная реакция фермы $R_a=3563,6$ гН. Диаметр болтов принимаем 20 мм.

Определяем длину сварного шва из условия прочности на срез:

$$l_w = \frac{R_a}{3\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf}} + 2\text{см} = \frac{3563,6}{3 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 180 \cdot 1} + 2 = 12\text{см}.$$

Принимаем длину сварного шва 120 мм.

2. Расчет укрупненных монтажных стыков

Узел 3

Монтажный узел образуется с помощью горизонтальной накладки и двух вертикальных планок.

Усилие в стыке:

$$N_{cm} = 1,2 \cdot N_{14} = 1,2 \cdot 11267,7 = 13521,24\text{гН},$$

где N_{14} -расчетное усилие в верхнем поясе.

Необходимая площадь верхней гнутой накладки:

$$A_n = \frac{N_n}{R_y} = \frac{7887,36}{240} = 32,86\text{см}^2,$$

где $N_n = \alpha \cdot N_{cm} = 0,7 \cdot 11267,7 = 7887,39\text{гН}$

Принимаем накладки шириной:

$$b_n = 190\text{мм}.$$

Толщина накладки:

$$t_n = \frac{A_{mp}}{2b_n} = \frac{32,86}{2 \cdot 19} = 0,86\text{см},$$

Принимаем $t_n = 14\text{мм}$.

Необходимая длина угловых швов с катетом $k_f=8$ мм для прикрепления накладки к полкам поясных уголков:

$$l_w = \frac{N_n}{\beta \cdot k_f \cdot R_{wf}} + 4 = \frac{7887,39}{0,9 \cdot 0,8 \cdot 180} + 4 = 64\text{см}.$$

Принимаем 2 шва длиной по 20 см и 2 шва длиной по 12 см.

Необходимая длина угловых швов с катетом $k_f=8$ мм для прикрепления верхнего пояса к фасонке:

$$l_w = \frac{(1-\alpha) \cdot N_{cm}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf}} + 2cm = \frac{(1-0,7) \cdot 13521,24}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 180} + 2cm = 18cm.$$

Проверим прочность узла на внецентренное сжатие в сечении $a-a$, вводя в расчетное сечение верхнюю накладку и фасонку.

Определим геометрические характеристики сечения $a-a$:

$$z_0 = \frac{S_0}{A} = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 19 \cdot (16,7 - 2,7)}{1,4 \cdot 33,4 + 2 \cdot 1,4 \cdot 19} = 7,45cm,$$

$$I_x = \frac{1,4 \cdot 33,4^3}{12} + \frac{2 \cdot 19 \cdot 1,4^3}{12} + 2 \cdot 19 \cdot 1,4(16,7 - 7,8 - 2 - 0,7)^2 = 6633,81cm^4,$$

$$W_{x,H} = \frac{6633,81}{11,7 + 1,4 + 2} = 439,33cm^3$$

Эксцентриситет

$$e = 16,7 - 2 - 1,4 - 5,37 - 7,45 = 0,88 \text{ см.}$$

Прочность сечения $a-a$:

$$\frac{1,2 \cdot N}{A \cdot R_y \cdot \gamma_c} + \frac{1,2 \cdot N \cdot e}{W_{x,H} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 11267,7}{(19 \cdot 2 \cdot 1,4 + 33,4 \cdot 1,4) \cdot 240 \cdot 1} + \frac{1,2 \cdot 11267,7 \cdot 0,88}{439,33 \cdot 240 \cdot 1} = 0,59 < 1.$$

Прочность достаточна.

Ширину планки принимаем $b_{пл}=150$ мм из условия размещения болтов, высоту - $h_{пл}=220$ мм по конструктивным соображениям.

Требуемы катет угловых швов для присоединения вертикальных накладок к фасонке:

$$k_f = \frac{R_y \cdot t_\phi}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf}} = \frac{240 \cdot 1}{2 \cdot 0,9 \cdot 180} = 0,8cm.$$

Узел 4

Прикрепление элементов решетки и нижнего пояса к фасонке рассчитывают обычным способом.

Усилие в листовой накладке:

$$N_n = 1,2 \cdot \alpha \cdot N_{13} = 1,2 \cdot 0,7 \cdot 10562,5 = 8872,5zH.$$

Необходимая площадь верхней гнутой накладки:

$$A_n = \frac{N_n}{R_y} = \frac{7393,75}{240} = 30,81 \text{ см}^2,$$

где $N_n = \alpha \cdot N_{cm} = 0,7 \cdot 10562,5 = 7393,75 \text{ зН}$

Принимаем накладку шириной:

$$b_n = 130 \text{ мм}.$$

Толщина накладки:

$$t_n = \frac{A_{mp}}{2b_n} = \frac{30,81}{2 \cdot 13} = 1,2 \text{ см},$$

Принимаем $t_n = 14 \text{ мм}$.

Необходимая длина угловых швов с катетом $k_f = 8 \text{ мм}$ для прикрепления накладки к полкам поясных уголков:

$$l_w = \frac{N_n}{\beta \cdot k_f \cdot R_{wf}} + 4 = \frac{8872,5}{0,9 \cdot 0,8 \cdot 180} + 4 = 46 \text{ см}.$$

Принимаем 2 шва длиной по 15 см и 2 шва длиной по 12 см.

Необходимая длина угловых швов с катетом $k_f = 8 \text{ мм}$ для прикрепления верхнего пояса к фасонке:

$$l_w = \frac{(1-\alpha) \cdot N_{cm}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf}} + 2 \text{ см} = \frac{(1-0,7) \cdot 10562,5}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 180} + 2 \text{ см} = 17 \text{ см}.$$

Проверим прочность узла на внецентренное сжатие в сечении $a-a$, вводя в расчетное сечение верхнюю накладку и фасонку.

Определим геометрические характеристики сечения $a-a$:

$$z_0 = \frac{S_0}{A} = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 13 \cdot (16,2 - 2,7)}{1,4 \cdot 32,4 + 2 \cdot 1,4 \cdot 13} = 6,01 \text{ см},$$

$$I_x = \frac{1,4 \cdot 32,4^3}{12} + \frac{2 \cdot 13 \cdot 1,4^3}{12} + 2 \cdot 13 \cdot 1,4 (16,2 - 6,01 - 2 - 0,7)^2 = 5989,08 \text{ см}^4,$$

$$W_{x,n} = \frac{5989,08}{8,1 + 1,4 + 2} = 520,79 \text{ см}^3$$

Эксцентриситет

$$e = 16,2 - 2 - 1,4 - 5,37 - 6,01 = 1,42 \text{ см}.$$

Прочность сечения $a-a$:

$$\frac{1,2 \cdot N}{A \cdot R_y \cdot \gamma_c} + \frac{1,2 \cdot N \cdot e}{W_{x,n} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 10562,5}{(13 \cdot 2 \cdot 1,4 + 32,4 \cdot 1,4) \cdot 240 \cdot 1} + \frac{1,2 \cdot 10562,5 \cdot 1,42}{520,79 \cdot 240 \cdot 1} = 0,79 < 1.$$

Прочность достаточна.

Ширину планки принимаем $b_{пл}=90$ мм из условия размещения болтов, высоту - $h_{пл}=220$ мм по конструктивным соображениям.

Требуемы катет угловых швов для присоединения вертикальных накладок к фасонке:

$$k_f = \frac{R_y \cdot t_\phi}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf}} = \frac{240 \cdot 1}{2 \cdot 0,9 \cdot 180} = 0,8 \text{ см.}$$

2. Расчет промежуточных узлов

Узел 5

Расчет стыка нижнего пояса фермы.

Усилие в стыке:

$$N_{cm} = N_3 + N_4 \cos 44 = 3111,1 \cdot 4020,6 \cdot 0,719 = 6001,91 \text{ кН},$$

Необходимая площадь сечения стыковых накладок:

$$A_{mp} = \frac{\alpha \cdot N_{cm}}{R_y} = \frac{0,7 \cdot 6001,91}{240} = 17,51 \text{ см}^2,$$

Принимаем накладку шириной $b_n=130$ мм.

Толщина накладки:

$$t_n = \frac{A_{mp}}{2b_n} = \frac{17,51}{2 \cdot 13} = 0,67 \text{ см},$$

Принимаем $t_n=14$ мм.

Необходимо обеспечить прочность ослабленного сечения (в месте стыка уголков) по линии $a-a$.

Геометрические характеристики сечения $a-a$:

$$z_0 = \frac{S_0}{A} = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 13 \cdot (18 - 2,7)}{1 \cdot 36 + 2 \cdot 1,4 \cdot 13} = 5,3 \text{ см},$$

$$I_x = \frac{1,4 \cdot 36^3}{12} + \frac{2 \cdot 13 \cdot 1,4^3}{12} + 2 \cdot 13 \cdot 1,4 (18 - 5,3 - 2 - 0,7)^2 = 8151,41 \text{ см}^4,$$

$$W_{x,H} = \frac{8151,41}{9 + 1,4 + 2} = 679,3 \text{ см}^3$$

Эксцентриситет

$$e = 18 - 2 - 1,4 - 1,94 - 5,3 = 7,36 \text{ см.}$$

Прочность сечения $a-a$:

$$\sigma = \frac{1,2 \cdot N}{A} + \frac{1,2 \cdot N \cdot e}{W_{x,n}} = \frac{1,2 \cdot 3111,1}{36 \cdot 1,4 + 13 \cdot 1,4 \cdot 2} + \frac{1,2 \cdot 3111,1 \cdot 7,36}{679,3} = 91,52 \text{ МПа} < R_y = 240 \text{ МПа}.$$

Швы, прикрепляющие листовую накладку к поясам, рассчитываем на усилие в накладке:

$$N_n = \sigma \cdot A_n = 91,52 \cdot 13 \cdot 1,4 = 1189,7 \text{ зН}.$$

Длина каждого флангового шва:

$$l_w = \frac{N_n}{2 \cdot \beta \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf}} + 2 \text{ см} = \frac{1189,7}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 180} + 2 \text{ см} = 8 \text{ см}.$$

Принимаем $l_{ш} = 12 \text{ см}$.

Определяем длину швов прикрепления уголков нижнего пояса к фасонке.

Стержень 3

Расчетное усилие, приходящееся на уголки, определяется как максимальное из усилий:

$$1,2 \cdot N_3 - 2 \cdot N_n = 1,2 \cdot 3111,1 - 2 \cdot 1189,7 = 1353,92 \text{ зН},$$

$$\frac{1,2 \cdot N_3}{2} = \frac{1,2 \cdot 3111,1}{2} = 1866,66 \text{ зН}.$$

Длина швов при $k_f = 5 \text{ мм}$:

$$l_w = \frac{N}{2 \cdot \beta \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{1866,66}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 180} + 1 \text{ см} = 12 \text{ см}.$$

Принимаем $l_{ш} = 23 \text{ см}$ – т.е. на всю длину.

Стержень 8

Расчетное усилие, приходящееся на уголки, определяется как максимальное из усилий:

$$1,2 \cdot N_3 - 2 \cdot N_n = 1,2 \cdot 8078,7 - 2 \cdot 1189,7 = 5699,3 \text{ зН},$$

$$\frac{1,2 \cdot N_3}{2} = \frac{1,2 \cdot 8078,7}{2} = 4847,22 \text{ зН}.$$

Длина швов при $k_f = 6 \text{ мм}$:

$$l_w = \frac{N}{2 \cdot \beta \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{5699,3}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 180} + 1 \text{ см} = 31 \text{ см}.$$

Принимаем $l_{ш} = 67 \text{ см}$, т.е. на всю длину уголка, катет сварного шва $k_f = 6 \text{ мм}$.

Узел 6

Определим высоту швов, прикрепляющих фасонку к верхнему поясу:

$$k_f = \frac{\sqrt{N^2 + P^2}}{\beta_f \cdot \Sigma l \cdot R_{wf}} = \frac{\sqrt{5905,4^2 + 652^2}}{0,9 \cdot 33 \cdot 4 \cdot 180} = 0,3 \text{ см}$$

где $P=652 \text{ гН}$ – узловая нагрузка; $N=N_5=5905,4 \text{ гН}$.

Принимаем $k_f=6 \text{ мм}$.

Узел 7

Определим высоту швов, прикрепляющих фасонку к верхнему поясу:

$$k_f = \frac{\sqrt{N^2 + P^2}}{\beta_f \cdot \Sigma l \cdot R_{wf}} = \frac{\sqrt{163,66^2 + 652^2}}{0,9 \cdot 35,5 \cdot 4 \cdot 180} = 0,1 \text{ см}$$

где $P=652 \text{ гН}$ – узловая нагрузка; $N=N_{14} - N_{11} = 1126,77 - 963,11 = 163,66 \text{ гН}$.

Принимаем катет сварного шва для прикрепления верхнего пояса к фасонке аналогично узлу $k_f=6 \text{ мм}$.

Узел 8

Определим высоту швов, прикрепляющих фасонку к верхнему поясу:

$$k_f = \frac{P}{\beta_f \cdot \Sigma l \cdot R_{wf}} = \frac{652}{0,9 \cdot 22,5 \cdot 4 \cdot 180} = 0,1 \text{ см}$$

Принимаем $k_f=6 \text{ мм}$.

Узел 9

Расчет стыка верхнего пояса фермы.

Усилие в стыке:

$$N_{cm} = N_9 + N_{10} \cos 44 = 2333,7 + 9631,1 \cdot 0,719 = 9258,46 \text{ гН},$$

Необходимая площадь сечения стыковых накладок:

$$A_{mp} = \frac{\alpha \cdot N_{cm}}{R_y} = \frac{0,7 \cdot 9258,46}{240} = 27 \text{ см}^2,$$

Принимаем накладку шириной

$$b_n = 190 \text{ мм.}$$

Толщина накладки:

$$t_n = \frac{A_{mp}}{2b_n} = \frac{27}{2 \cdot 19} = 0,7 \text{ см,}$$

Принимаем $t_n = 14 \text{ мм.}$

Необходимо обеспечить прочность ослабленного сечения (в месте стыка уголков) по линии $a-a$.

Геометрические характеристики сечения $a-a$:

$$z_0 = \frac{S_0}{A} = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 19 \cdot (23,5 - 2,7)}{1 \cdot 47 + 2 \cdot 1,4 \cdot 19} = 9,39 \text{ см,}$$

$$I_x = \frac{1,4 \cdot 47^3}{12} + \frac{2 \cdot 19 \cdot 1,4^3}{12} + 2 \cdot 19 \cdot 1,4 (22,5 - 9,39 - 2 - 0,7)^2 = 12932,82 \text{ см}^4,$$

$$W_{x,n} = \frac{12932,82}{11 + 1,4 + 2} = 923,77 \text{ см}^3$$

Эксцентриситет

$$e = 23,5 - 2 - 1,4 - 9,39 - 3,82 = 6,89 \text{ см.}$$

Прочность сечения $a-a$:

$$\sigma = \frac{1,2 \cdot N}{A} + \frac{1,2 \cdot N \cdot e}{W_{x,n}} = \frac{1,2 \cdot 2333,7}{47 \cdot 1,4 + 19 \cdot 1,4 \cdot 2} + \frac{1,2 \cdot 2333,7 \cdot 6,89}{923,77} = 44,41 \text{ МПа} < R_y = 240 \text{ МПа.}$$

Швы, прикрепляющие листовую накладку к поясам, рассчитываем на усилие в накладке:

$$N_n = \sigma \cdot A_n = 44,41 \cdot 19 \cdot 1,4 = 1181,4 \text{ кН.}$$

Длина каждого флангового шва:

$$l_w = \frac{N_n}{2 \cdot \beta \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf}} + 2 \text{ см} = \frac{1181,4}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 180} + 2 \text{ см} = 9 \text{ см.}$$

Принимаем $l_w = 12 \text{ см.}$

Определяем длину швов прикрепления уголков нижнего пояса к фасонке.

Стержень 10

Расчетное усилие, приходящееся на уголки, определяется как максимальное из усилий:

$$1,2 \cdot N_{10} - 2 \cdot N_n = 1,2 \cdot 9631,1 - 2 \cdot 1181,4 = 9194,54 \text{ кН,}$$

$$\frac{1,2 \cdot N_{10}}{2} = \frac{1,2 \cdot 9631,1}{2} = 5778,66 \text{ кН}.$$

Длина швов при $k_f=6$ мм:

$$l_w = \frac{N}{2 \cdot \beta \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{9194,54}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 180} + 1 \text{ см} = 48 \text{ см}.$$

Принимаем $l_{ш} = 54 \text{ см}$ – т.е. на всю длину.

Стержень 6

Расчетное усилие, приходящееся на уголки, определяется как максимальное из усилий:

$$1,2 \cdot N_6 - 2 \cdot N_n = 1,2 \cdot 5905,4 - 2 \cdot 1181,4 = 4723,68 \text{ кН},$$

$$\frac{1,2 \cdot N_6}{2} = \frac{1,2 \cdot 5905,4}{2} = 3543,24 \text{ кН}.$$

Длина швов при $k_f=8$ мм:

$$l_w = \frac{N}{2 \cdot \beta \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf}} + 1 \text{ см} = \frac{4723,68}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 180} + 1 \text{ см} = 26 \text{ см}.$$

Принимаем $l_{ш} = 27 \text{ см}$, т.е. на всю длину уголка, катет сварного шва $k_f=6$ мм.

2.2. Расчет поперечной рамы

2.2.1. Компоновка поперечной рамы

Компоновка поперечной рамы начинаем с установления основных габаритных размеров конструкций в плоскости рамы.

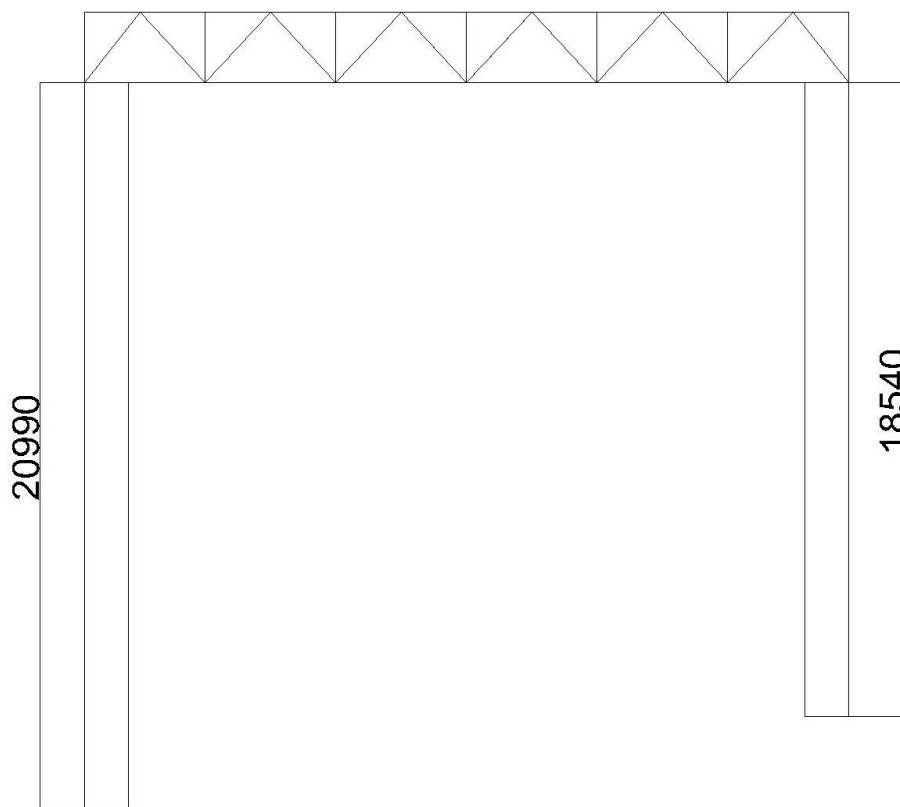


Рис. 17 Поперечная рама

Высота левой колонны 20990 мм.

Высота правой колонны 18540 мм.

Высоту сечения колонн принимаем $h_c=1200$ мм.

2.2.2. Сбор нагрузок на поперечную раму

Пространственную систему каркаса здания расчленим на плоские поперечные рамы.

Постоянная нагрузка

Равномерно распределенная нагрузка на ригель рамы равна:

$$q_n = \gamma_n g_{кп} e_{\phi} / \cos \alpha = 0,95 \cdot 1,12 \cdot 6 / 1 = 6,4 \text{ кН / м} .$$

Опорная реакция ригеля:

$$F_R = \frac{q_n \cdot l}{2} = \frac{6,4 \cdot 36}{2} = 124,92 \text{ кН} .$$

Нагрузку от собственного веса колонн, стенового ограждения и заполнения оконных проемов представляем в виде сосредоточенных сил F_1 и F_2 , приложенные к стойкам, соответственно, в уровне уступа и в узле сопряжения с ригелем.

Расчетный вес колонны.

$$G_n = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 20,99 \cdot 1,1 \cdot 2,5 = 41,6 \text{ кН} .$$

$$G_n = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 18,54 \cdot 1,1 \cdot 2,5 = 36,7 \text{ кН} .$$

Поверхностная масса стен - 0,37 кН/м², переплетов с остеклением - 0,35 кН/м².

$$F_n = 0,95 \cdot [1,2 \cdot 0,37 \cdot 8,12 \cdot 6 + 1,1 \cdot 0,35 \cdot 1,8 \cdot 6] + 41,6 = 66,09 \text{ кН} .$$

$$F_n = 0,95 \cdot [1,2 \cdot 0,37 \cdot 9,97 \cdot 6 + 1,1 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 6] + 36,7 = 61,2 \text{ кН} .$$

Снеговая нагрузка

Расчетная снеговая нагрузка $S_q = 1,8$ кПа.

Снеговую нагрузку на ригель рамы принимаем равномерно распределенной равной

$$q_{сн} = 0,95 \cdot 6 \cdot 1,8 = 10,26 \text{ кН / м}$$

Ветровая нагрузка

Ветровая нагрузка изменяется по высоте и ее расчетное значение вычисляется по формуле:

$$q_w = \gamma \cdot w_0 k c B;$$

где w_0 – давление ветра;

$\gamma = 1,4$ – коэффициент надежности по нагрузке;

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;

c – аэродинамический коэффициент;

B – ширина грузовой площади равная шагу колонн.

$$q_g = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 6 k = 1,92 k .$$

$$\text{Для } 5\text{м } q = 0,5 \cdot 1,92 = 0,96 \text{ кН / м} ,$$

$$\text{Для } 10\text{м } q = 0,65 \cdot 1,92 = 1,25 \text{ кН / м} ,$$

Для 20м $q = 0,85 \cdot 1,92 = 1,63 \text{кН} / \text{м}$,

Для 23м $q = 1,63 + (2,112 - 1,63) \cdot 3 / 20 = 1,71 \text{кН} / \text{м}$,

Ветровую нагрузку в пределах покрытия заменяем сосредоточенной силой F , а изменяющуюся по высоте ветровую нагрузку q_w представляем эквивалентной равномерной нагрузкой $q_э$:

$$F_э = 0,5(q_{w1} + q_{w2})H_ф = (1,71 + 1,63) \cdot 3,15 / 2 = 5,26 \text{кН} ,$$

$$F_э' = F_э \cdot \frac{0,6}{0,8} = 3,9 \text{кН} .$$

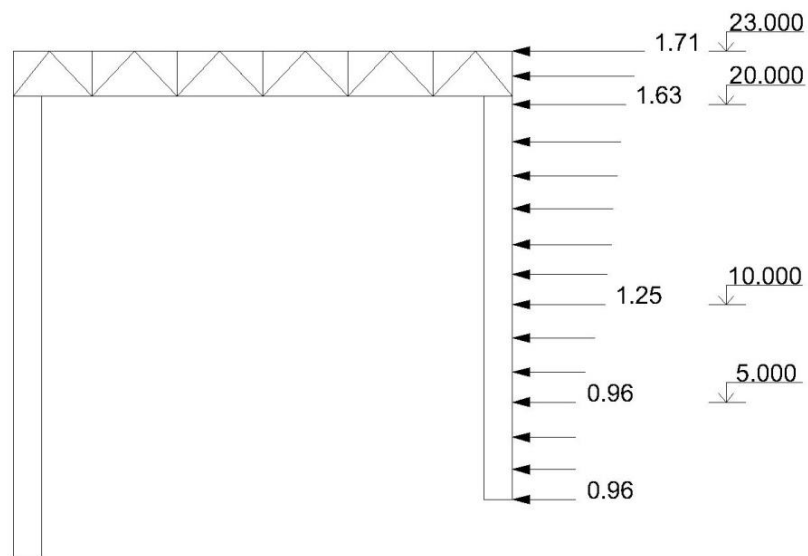


Рис. 18 Ветровая нагрузка на поперечную раму

2.2.3. Статический расчет рамы

Статический расчет рамы выполнен с помощью программы *Лири*, основой алгоритма которой служит метод конечных элементов.

Усилия в нижнем сечении рамы левой колонны:

$$M = 83,7 \text{кН}$$

$$N = -408 \text{кН}$$

Усилия в нижнем сечении рамы правой колонны:

$$M = 158 \text{кН}$$

$$N = -398 \text{кН}$$

Собственный вес

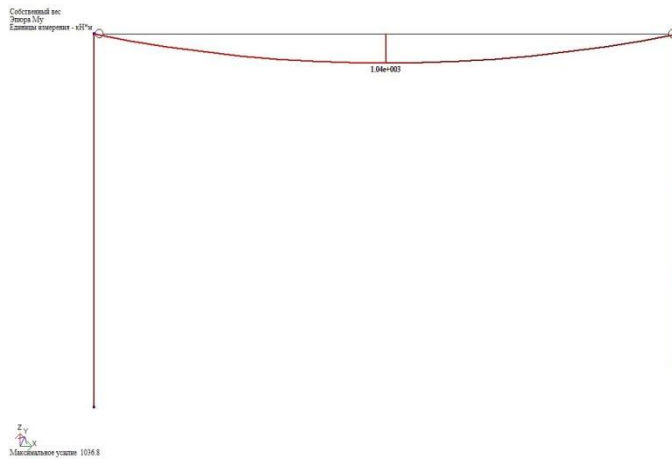


Рис. 19 Эюра M_y

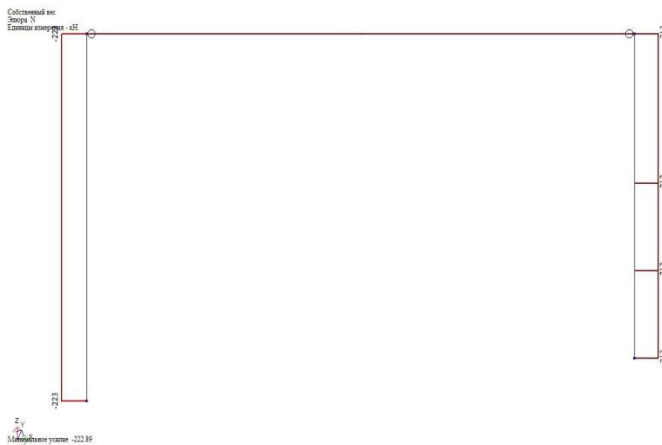


Рис. 20 Эюра N

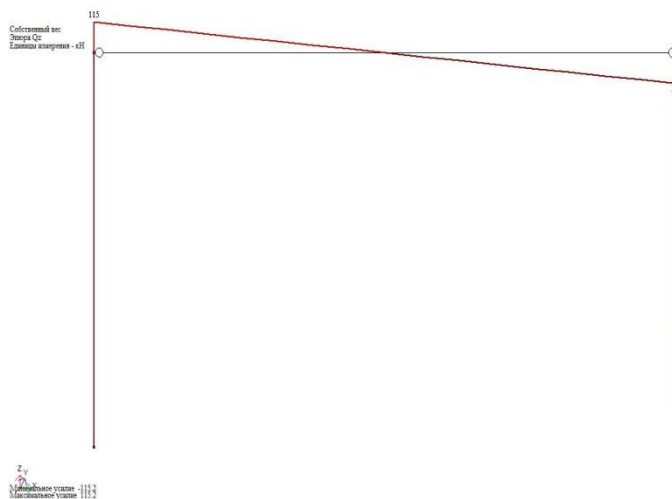


Рис. 21 Эюра Q_z

Снеговая нагрузка

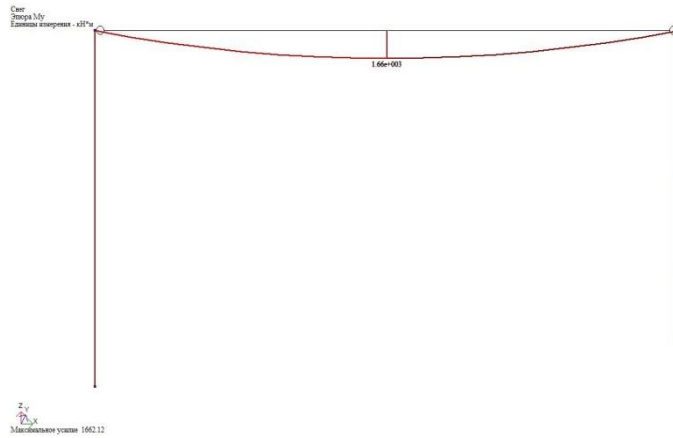


Рис. 22 Эюры M_y



Рис. 23 Эюры N

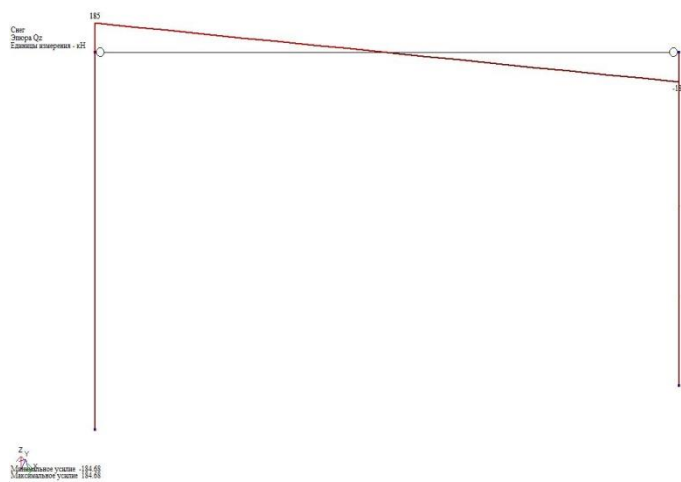


Рис. 24 Эюры Q_z

Ветровая нагрузка



Рис. 25 Эюра M_y

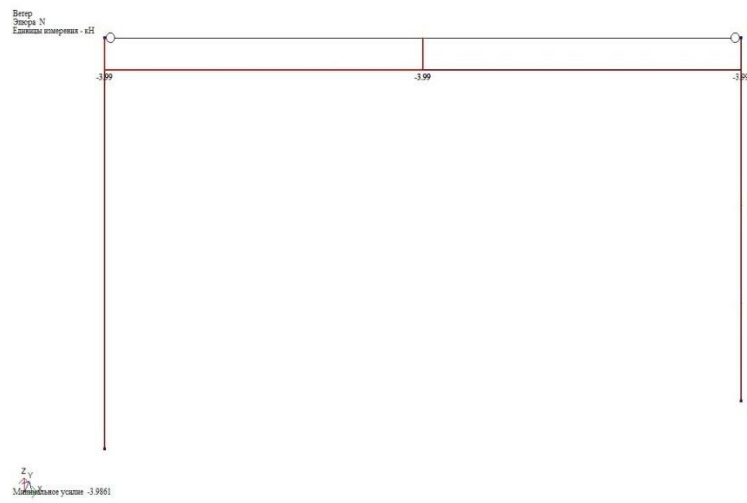


Рис. 26 Эюра N

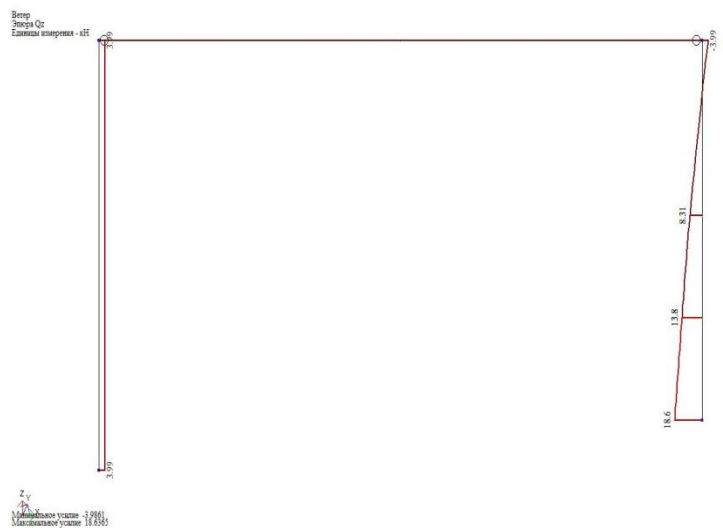


Рис. 27 Эюра Q_z

2.3 Расчет монолитной железобетонной правой колонны

Усилия $N=408\text{кН}$, $M=158\text{кН}$;

сечение колонны 1200×600 мм, $a=a'=40$ мм, тогда

$$h_0=h-a=1200-40=1160 \text{ мм}, l_0=18540 \text{ мм};$$

бетон класса В25, $R_b=14,5\text{МПа}$, $R_{bt}=1,05\text{МПа}$, $E_b=27000\text{МПа}$;

арматура из стали класса А400, $R_{sc}=355\text{МПа}$, $E_s=200000\text{МПа}$ $\gamma_{b2}=0.9$.

Так как $l_0/h=18,540/1,2=15,45 > 4$, то расчет производим с учетом прогиба элемента, вычисляя N_{cr} по [30, формула (93)].

Для этого находим эксцентриситет:

$$e_a=\frac{1}{30} \cdot 1200 = 40\text{мм},$$

$$e_a=\frac{1}{600} \cdot 18540 = 30,9 \text{ мм},$$

$$e_a=10 \text{ мм}.$$

$$e_a/h=40/1200=0,033$$

$$\sigma_{e,min}=0,5-0,001l_0/h-0,01 \cdot R_b=0,05-0,001 \cdot 18540/1200--0,01 \cdot 14,5=0,2005,$$

Так как $e_a/h < \sigma_{e,min}$, принимаем $\sigma_e = 0,2005$.

Принимаем $\varphi_l = 1,0$. Возьмем для первого приближения коэффициент армирования $\mu=0,004$, тогда при

$$\alpha=E_s/E_b=200000/27000=7,407$$

получим :

$$N_{cr} = \frac{1,6 \cdot E_b \cdot b \cdot h}{\left(\frac{l_0}{h}\right)^2} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 + \mu \cdot \alpha \cdot \left(\frac{h_0 - a'}{h}\right)^2 \right) =$$

$$=1,6 \cdot 27000 \cdot 600 \cdot 1200/15,45^2 [((0,11/(0,1 + 0,2005)) + 0,1)/(3 \cdot 1) + 0,004 \cdot 7,407 \cdot ((1160-40)/1200)^2] = 23606 \text{ кН}.$$

Коэффициент η будет равен:

$$\eta = 1/(1-N/N_{cr}) = 1/(1-408/23606) = 0,017.$$

Вычислим значение эксцентриситета с учетом прогиба элемента по формуле:

$$e=e_0 \cdot \eta + (h_0-a')/2=40 \cdot 0,017+(1160-40)/2=580,7 \text{ мм}.$$

Необходимое продольное армирование определим согласно [30, п. 3.62].

По [30, табл. 18] находим $\zeta_R=0,632$ и $\alpha_R=0,432$.

Вычислим значения коэффициентов:

$$\alpha_n = N/R_b \cdot b \cdot h_0 = 408 \cdot 10^3 / (14,5 \cdot 600 \cdot 1160) = 0,04;$$

$$\alpha_{m1} = N \cdot e / R_b \cdot b \cdot h_0^2 = 408 \cdot 10^3 \cdot 580,7 / (14,5 \cdot 600 \cdot 1160^2) = 0,02.$$

$$\sigma = a' / h_0 = 40 / 1160 = 0,0345.$$

Так как $\alpha_n = 0,04 < \xi_R = 0,632$, значения A_s и A_s' определяются по формуле:

$$A_s = A_s' = (R_b \cdot b \cdot h_0 / R_s) \cdot [(\alpha_{m1} - \alpha_n \cdot (1 - \alpha_n / 2)) / (1 - \sigma)]$$

$$A_s = A_s' = (14,5 \cdot 600 \cdot 1160 / 335) \cdot [(0,02 - 0,04 \cdot (1 - 0,04 / 2)) / (1 - 0,0345)] =$$

$$= - 565,3 \text{ мм}^2 < 0.$$

Поскольку по расчету арматура не требуется, то сечение ее назначаем в соответствии с конструктивными требованиями табл.47[30]:

при гибкости $\lambda = \frac{l}{h} = \frac{18540}{1200} = 15,45$

$$A_s = A_s' = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 600 \cdot 1160 = 1392 \text{ мм}^2.$$

Тогда получим:

$$\mu = (A_s + A_s') / (bh) = (1392 + 1392) / (1200 \cdot 600) = 0,00387,$$

что незначительно отличается от $\mu = 0,004$, следовательно, расчет можно не уточнять.

Окончательно принимаем

- продольная арматура (A400):

$$2 \text{ d } 25 \text{ } A_s = 9,82 \text{ см}^2 \text{ и } 3 \text{ d } 16 \text{ } A_s = 6,03 \text{ см}^2 - A_{s\text{общ}} = 15,85 \text{ см}^2;$$

$$2 \text{ d } 25 \text{ } A_s' = 9,82 \text{ см}^2 \text{ и } 3 \text{ d } 16 \text{ } A_s' = 6,03 \text{ см}^2 - A_s'_{\text{общ}} = 15,85 \text{ см}^2;$$

- поперечная арматура (A240):

(для вязанных каркасов $d_1/d_2 \geq 1/4$; $10/25 = 1/2,5$)

$$d \text{ } 10 \text{ шаг } S = 200 \text{ мм } (S \leq 10 \cdot d = 10 \cdot 25 = 250 \text{ мм}).$$

Проверку прочности сечения выполняем по формулам пп.3.61 и 3.62 [30].

Определим высоту сжатой зоны x по формуле :

$$x = N / (R_b b) = 408 \cdot 10^3 / (14,2 \cdot 600) = 46,9 \text{ мм}$$

$$\xi_R h_0 = 0,632 \cdot 1160 = 733,12 \text{ мм.}$$

$$x = 46,9 \text{ мм} < \xi_R h_0 = 733,12 \text{ мм, то}$$

прочность сечения проверяем по условию:

$$R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s' (h_0 - a') =$$

$$= 14,5 \cdot 600 \cdot 46,9 \cdot (1160 - 0,5 \cdot 46,9) + 355 \cdot 1598 \cdot (1160 - 40) =$$

$$= 1099111296 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 1099,11 \text{ кН} \cdot \text{м} > N e = 408 \cdot 0,0469 = 19,14 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

т.е. прочность обеспечена.

2.4 Расчет фрагмента монолитного ребристого перекрытия в осях «6-11» / «И-М»

Задаёмся предварительно размерами сечений:

высота сечения плиты: $h_{i\bar{e}} = 16\tilde{h}_i$;

высота и ширина поперечного сечения балок:

$$h = (1/12 \dots 1/20)l = 1/15 \cdot 8520 = 700 \text{ мм,}$$

$$b = (0,3 \dots 0,5)h = 0,5 \cdot 700 = 350 \text{ мм.}$$

2.4.1 Данные для проектирования

Длина в осях – 30,29 м; ширина в осях – 12,35 м;

Материал для перекрытия:

Бетон - тяжелый класса В25.

Арматура:

Класс продольной арматуры А3

Класс поперечной арматуры А1

Сбор нагрузок

Таблица 7

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	γ_f	Расчётная нагрузка, кН/м ²
ПОСТОЯННАЯ			
собственный вес монолитной плиты	$0,16 \cdot 25 = 4,00$	1.1	4,40
вес от вышележащей конструкции пола	0,48	1.3	0,63
ИТОГО:	<u>4,48</u>		<u>5,03</u>
ВРЕМЕННАЯ			
длительно действующая (трибуны)	4,00	1.3	5,20
кратковременная (зрители)	4,00	1.3	5,20
ИТОГО:	<u>8,00</u>		<u>10,40</u>
ВСЕГО:	<u>12,48</u>		<u>15,43</u>

Пол:

керамическая плита, 5мм	$0,005 \cdot 18 = 0,090$	1,3	0,117
ц.п.стяжка, 20мм	$0,020 \cdot 18 = 0,360$	1,3	0,468
звукоизоляция, 50мм	$0,050 \cdot 0,25 = 0,013$	1,3	0,017
теплоизоляция, 50мм	$0,050 \cdot 0,05 = 0,025$	1,1	0,028
		Итого:	0,630

2.4.2 Расчет балок, плиты в ПК ЛИРА 9.6

Собственный вес

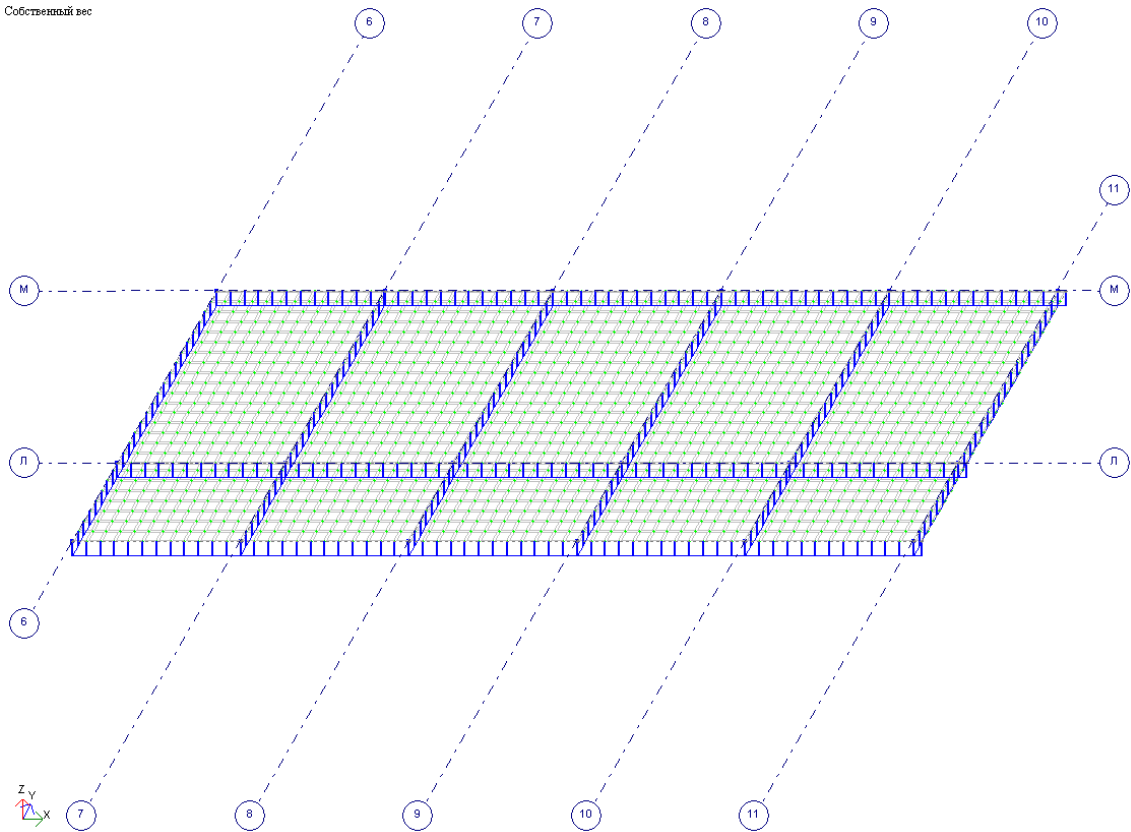


Рис. 28 Схема монолитного ребристого перекрытия в осях «6-11» / «И-М»

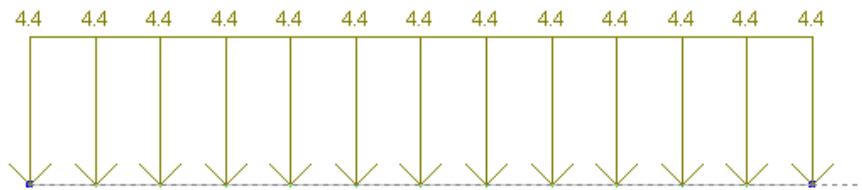


Рис. 29 Нагрузка от собственного веса плиты

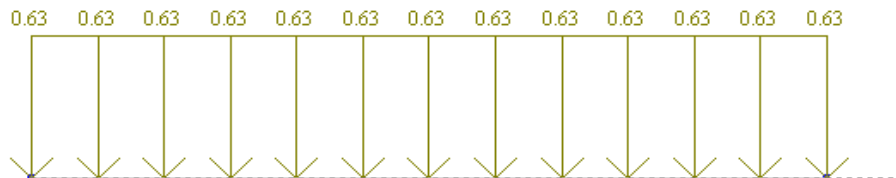


Рис. 30 Нагрузка на плиту от покрытия пола

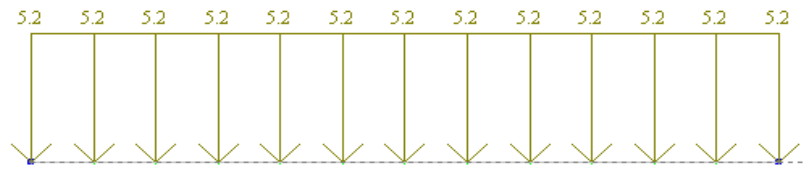
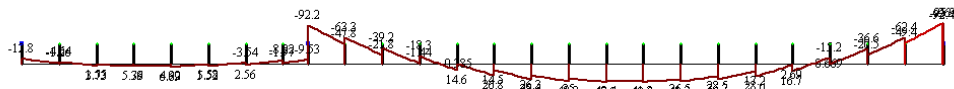


Рис. 31 *Нагрузка на плиту от зрителей, трибун*

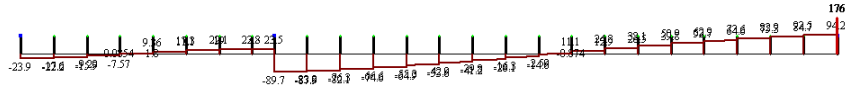
Собственный вес
Эпюра $M_{из}$
Единицы измерения - кН*м



z
Минимальное устье -96.0407
Максимальное устье 42.6936

Рис. 32 *Эпюра M балки*

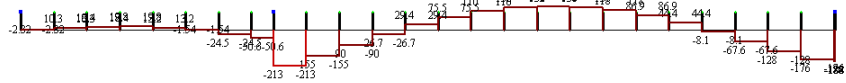
Собственный вес
Эшора Qz
Единицы измерения - кН



z
↑
Минимальное усилие -89.6326
Максимальное усилие 176.257

Рис. 33 Эшора Q балки

Собственный вес
Эшора N
Единицы измерения - кН



z
↑
Минимальное усилие -213.048
Максимальное усилие 140.529

Рис. 34 Эшора N балки

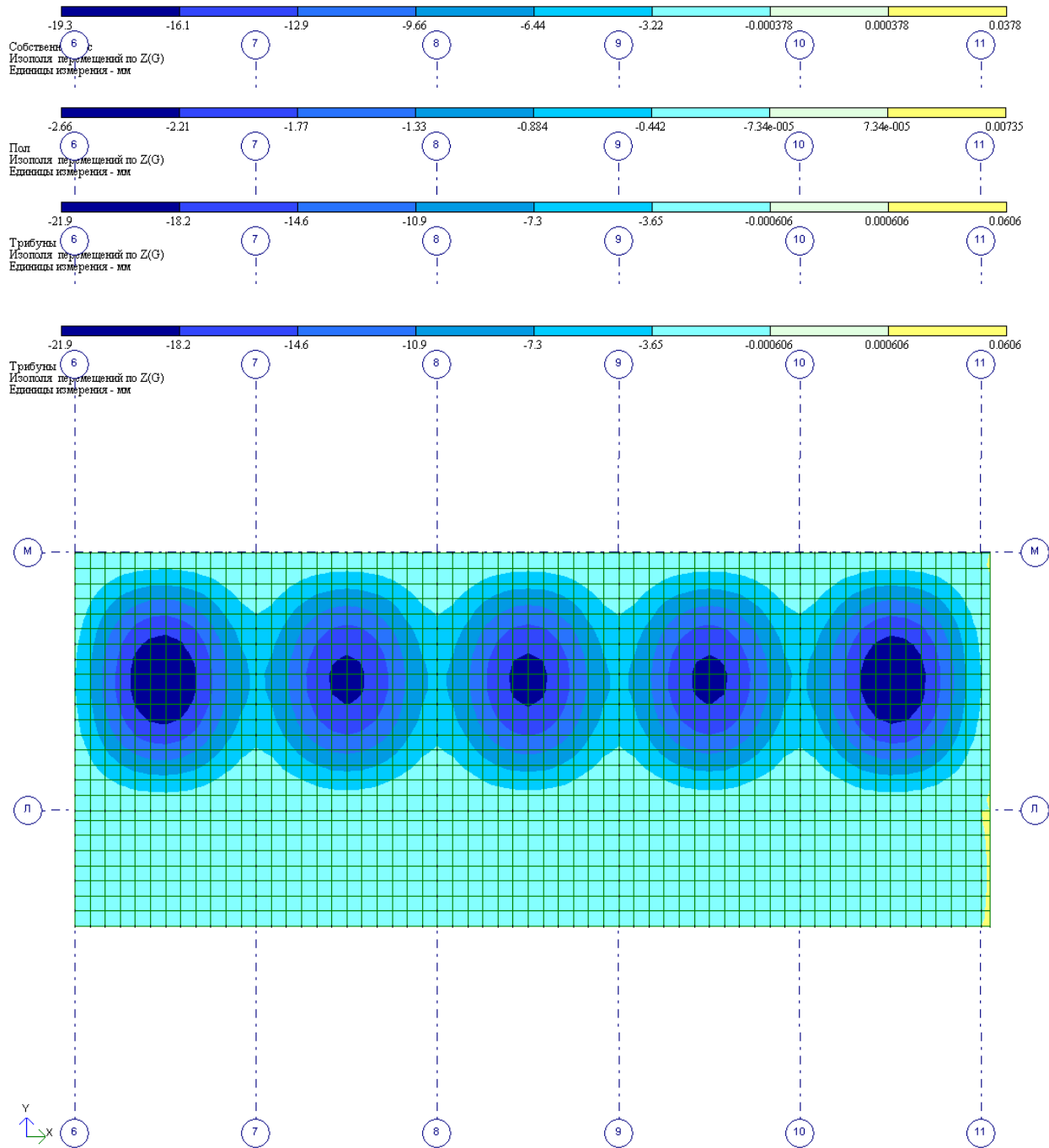


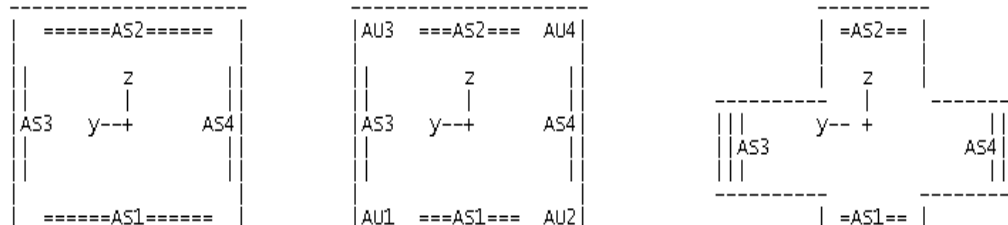
Рис. 35 Изополя перемещений по оси Z

сверху вниз: от собственного веса, от пола, от трибун, от зрителей.

Для стержней (см²):

- AU1 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в левом нижнем угле сечения);
- AU2 – площадь угловой нижней продольной арматуры (в правом нижнем угле сечения);
- AU3 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в левом верхнем угле сечения);
- AU4 – площадь угловой верхней продольной арматуры (в правом верхнем угле сечения);
- AS1 – площадь нижней продольной арматуры;
- AS2 – площадь верхней продольной арматуры;
- AS3 – площадь боковой продольной арматуры (у левой грани сечения);
- AS4 – площадь боковой продольной арматуры (у правой грани сечения);

Без выделения угл. арматуры С выделением угл. арматуры Крест, уголок, тавры со смещенной полкой



Для пластин (см²/мм):

- AS1 – площадь нижней арматуры по направлению X;
- AS2 – площадь верхней арматуры по направлению X;
- AS3 – площадь нижней арматуры по направлению Y;
- AS4 – площадь верхней арматуры по направлению Y;
- ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА – площади поперечной арматуры при шагах 15, 20, 30 см

Для стержней (см²):

- ASw1 – вертикальная поперечная арматура;
- ASw2 – горизонтальная поперечная арматура;

Для пластин (см²/мм):

- ASw1 – поперечная арматура по направлению X;
- ASw2 – поперечная арматура по направлению Y;

ШИРИНА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН – ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).

Рис. 36 *Условное обозначение арматуры*

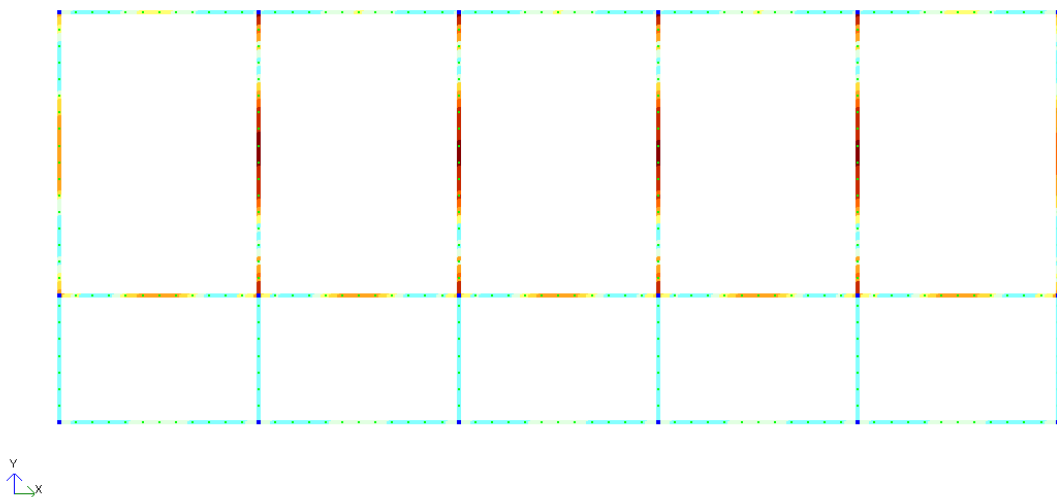
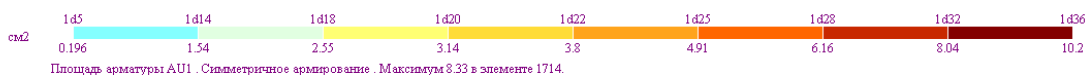


Рис. 37 *Расчет армирования сечений балок (нижняя правая, левая арматура)*

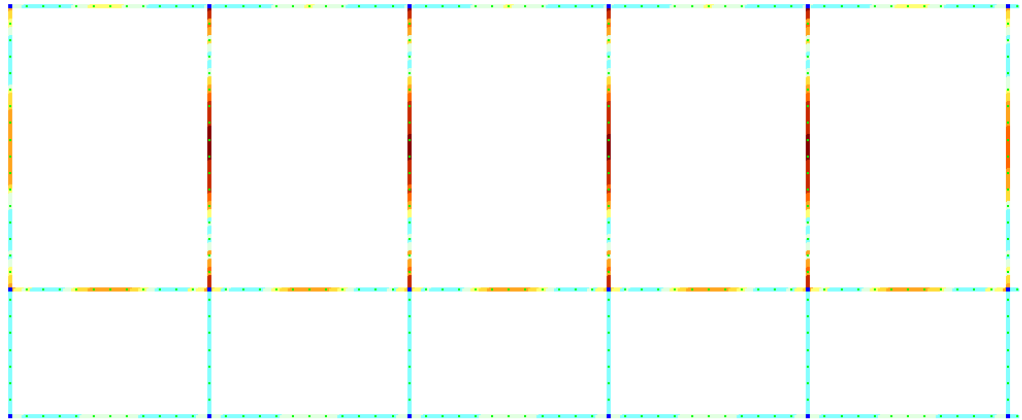
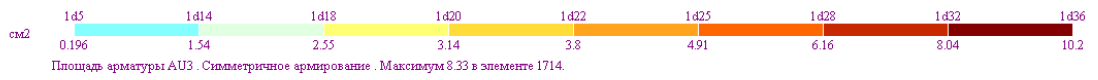


Рис. 38 Расчет армирования сечений балок (верхняя правая, левая арматура)

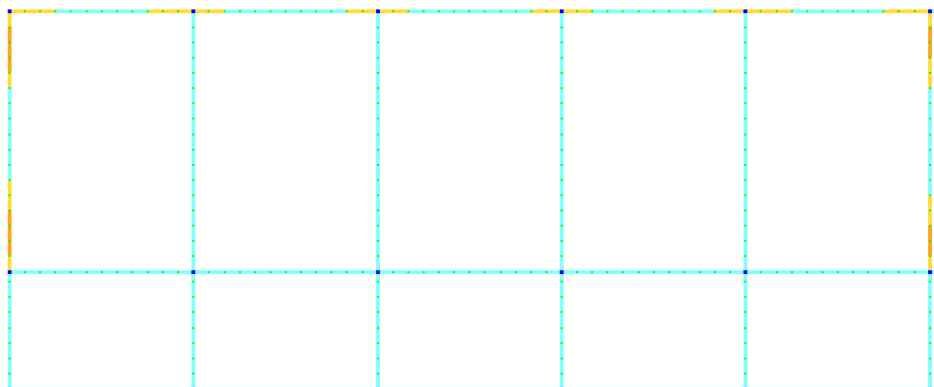
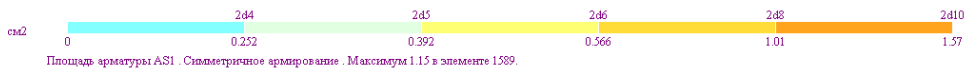


Рис. 39 Расчет армирования сечений балок (поперечная нижняя, верхняя арматура)

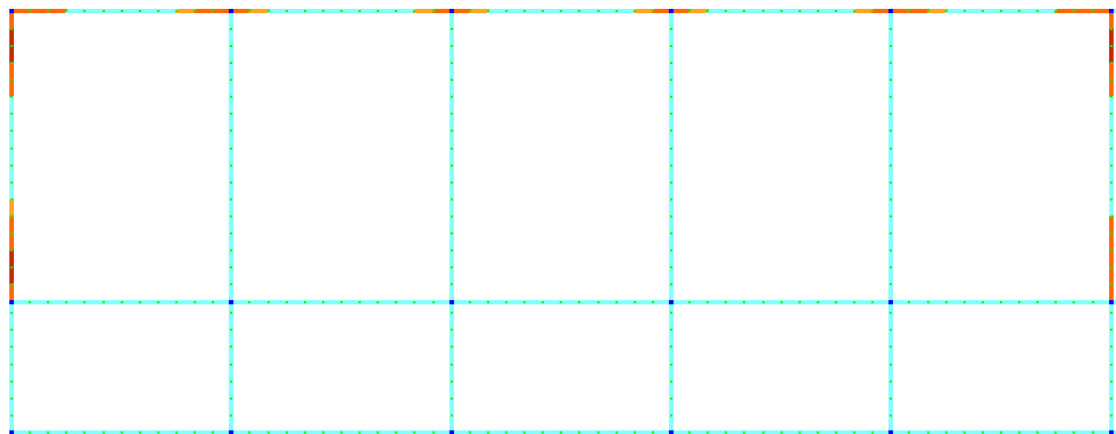


Рис. 40 Расчет армирования сечений балок
(поперечная левая, правая арматура)

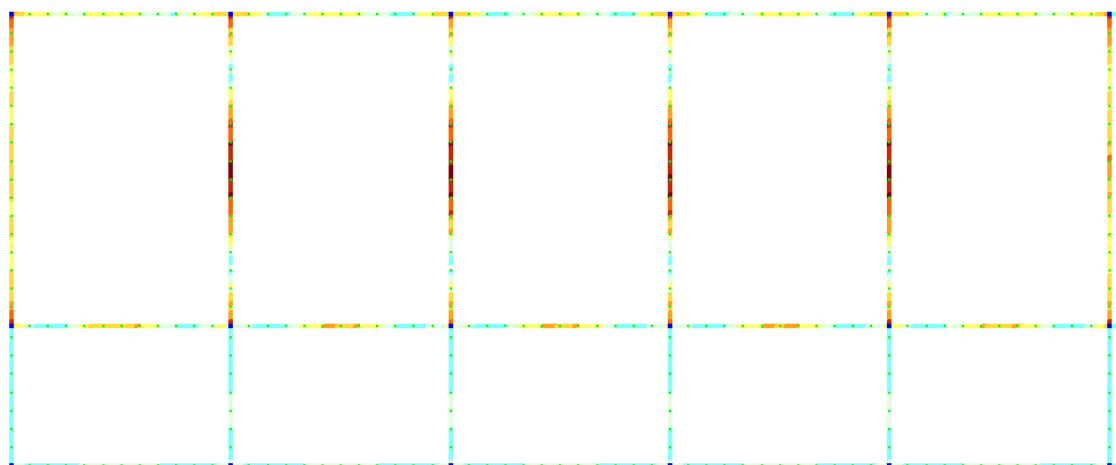
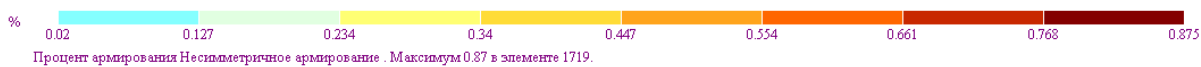


Рис. 41 Процент армирования

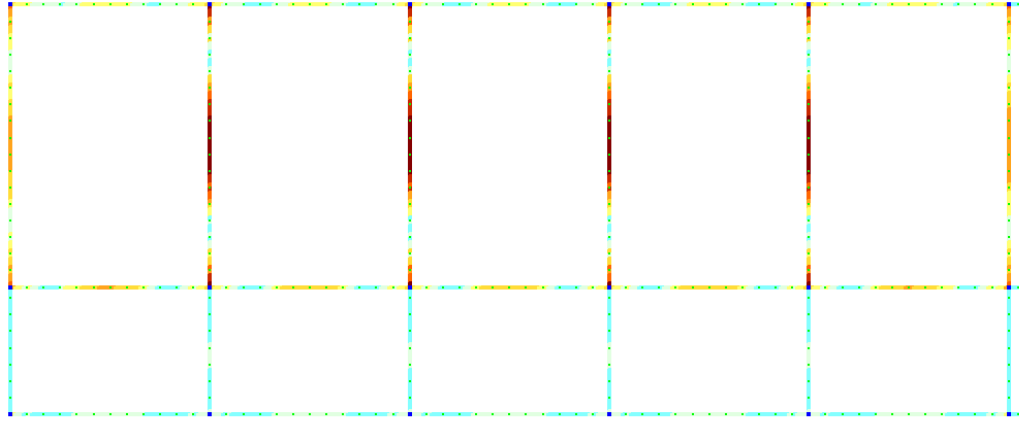
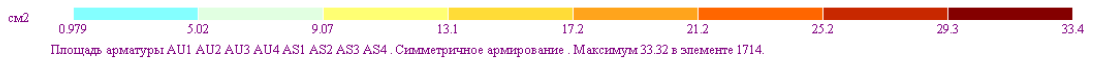


Рис. 42 Суммарная площадь продольной арматуры

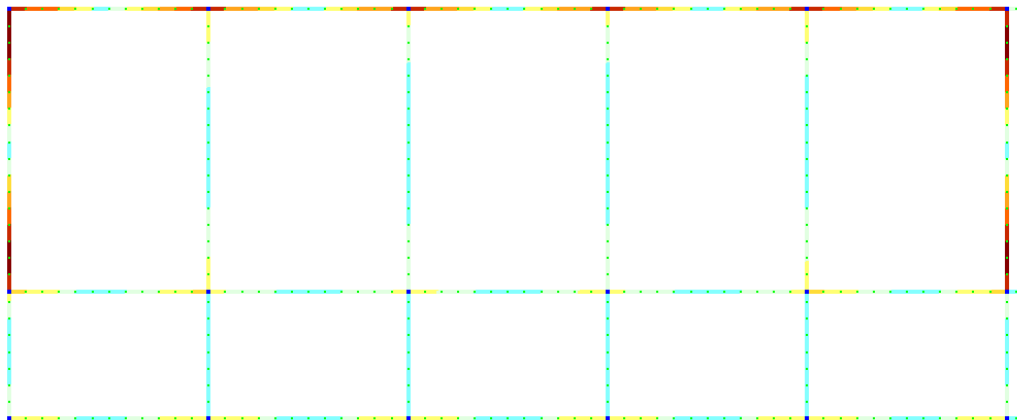
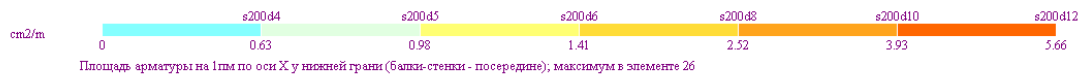


Рис. 43 Суммарная площадь поперечной арматуры



Площадь арматуры на 1гм по оси X у нижней грани (балки-стены - посередине), максимум в элементе 26

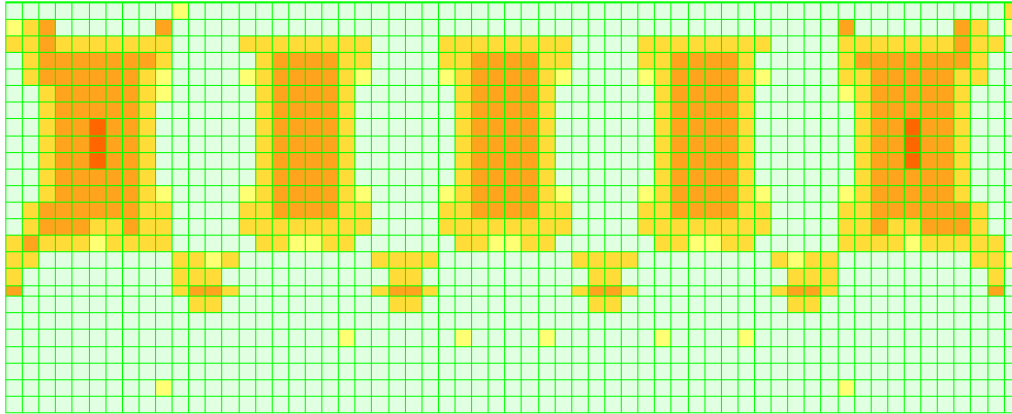
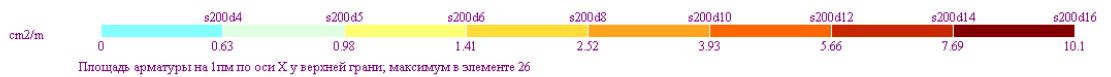


Рис. 44 *Площадь поперечной арматуры оси X у нижней грани.*



Площадь арматуры на 1гм по оси X у верхней грани, максимум в элементе 26

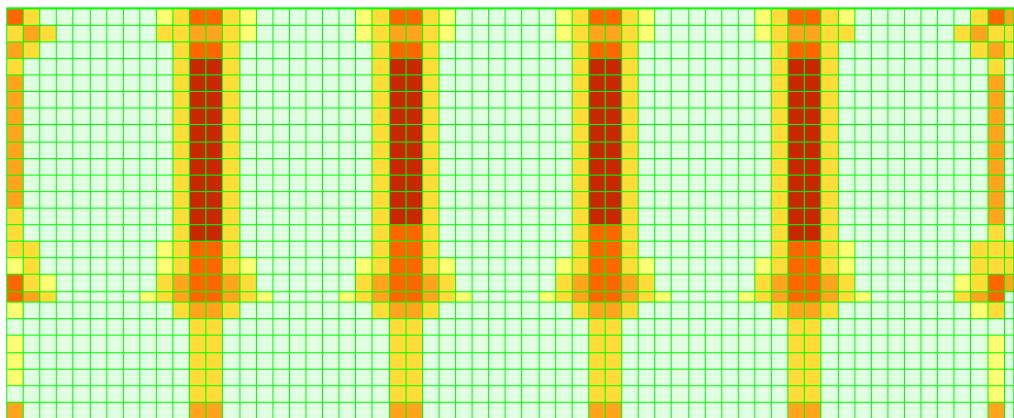


Рис. 45 *Площадь поперечной арматуры оси X у верхней грани.*

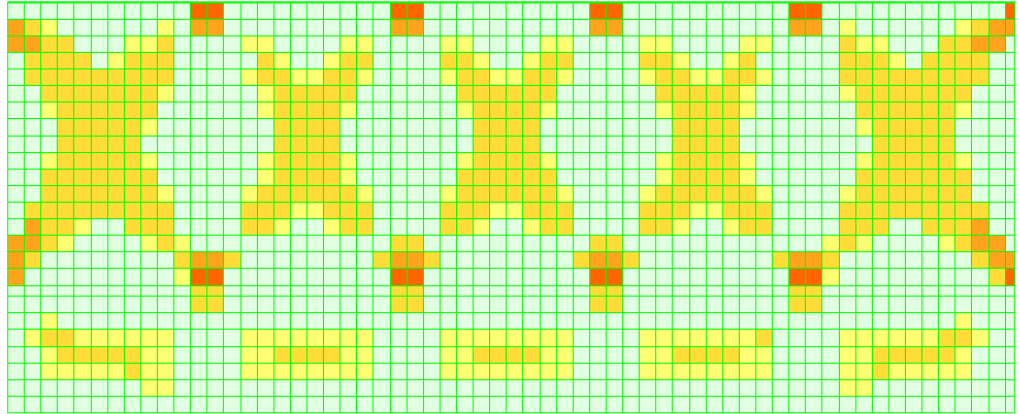
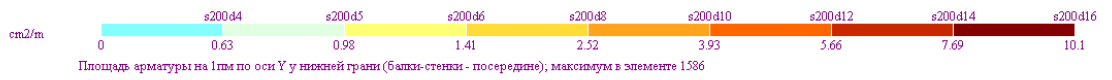


Рис. 46 *Площадь поперечной арматуры оси Y у нижней грани.
(балки-стенки посередине)*

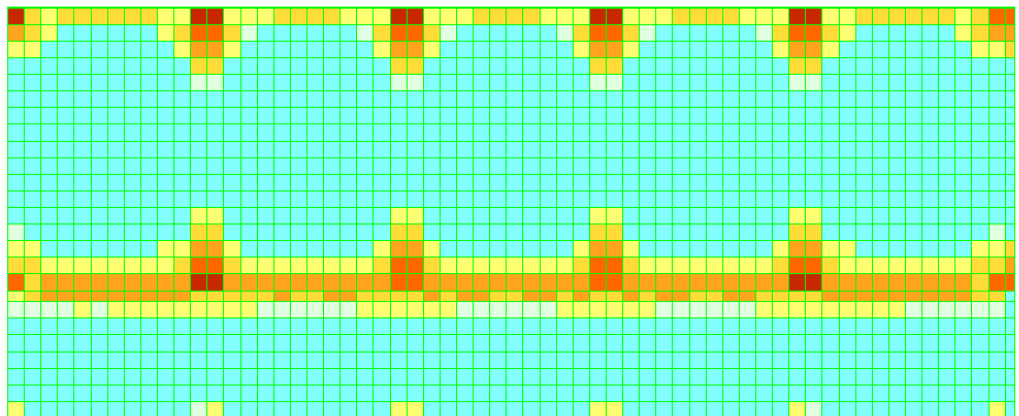
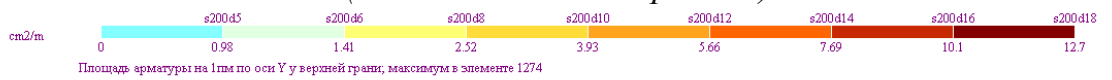


Рис. 47 *Площадь поперечной арматуры оси Y у верхней грани.
(балки-стенки посередине)*

3. Научно-исследовательская работа

Инв. №.Инв.	Подп. и	Взам. инв.							Лист
Изм.	Кол.у	Лис	№	Подпис	Дат	ВКР-2069059-08.04.01-151125-17			70

Введение

При проектировании и строительстве зданий с зальными помещениями возникает комплекс сложных архитектурных и инженерных задач. Для создания комфортных условий в зале, обеспечения требований технологии, акустики, изоляции его от других помещений и окружающей среды определяющее значение приобретает конструкция покрытия зала.

В качестве покрытия зального помещения в проекте выбрана стропильная металлическая ферма с параллельными поясами, пролетом 36м. Целью данной работы является выбор наиболее экономически выгодного конструктивного решения данной фермы.

Для достижения данной цели решаются следующие задачи:

1. На основании ранее выполненного расчета стропильной фермы, выполним подбор сечения стропильной системы в 2 вариантах;
2. Выполнение сравнительного анализа 2 вариантов.
3. Расчет обработки и стоимости механической обработки металлической фермы производился по следующим работам:
 - рубка металлического уголка,
 - плазменная резка листа,
 - сверление отверстий под высокопрочные болты.
 - сварочные работы.

Подбор сечений элементов фермы из гнутосварных профилей

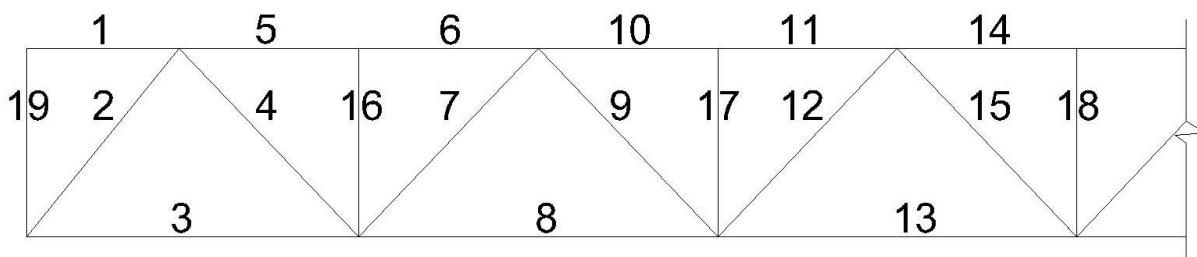


Рис. К расчету сечений стержней фермы

1. Подбор сечений стержней верхнего пояса.

Верхний пояс проектируем с изменением сечения по всей длине.

Стержни 1, 5, 6

Рассчитываем стержни на максимальное усилие $N = -5905,4 \text{ кН}$.

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{\text{тр}} = 43,94 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 180x140x8 мм, $A = 46,44 \text{ см}^2$, $i_x = 6,68 \text{ см}$, $i_y = 5,50 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{180}{8} = 22,5 < 45$. Условие соблюдается.

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{300}{6,68} = 44,91 \rightarrow \varphi = 0,8734$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{300}{5,50} = 54,54 \rightarrow \varphi = 0,8307.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{5905,4}{240 \cdot 0,8734 \cdot 0,8 \cdot 46,44} = 0,76 < 1$$

$$\frac{5905,4}{240 \cdot 0,8307 \cdot 0,8 \cdot 46,44} = 0,80 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{180 - 4 \cdot 8}{8} = 18,5 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется, поэтому при расчете пояса во внимание принимается полная площадь сечения A .

Стержни 10, 11, 14

Расчитываем стержни на максимальное усилие $N = -11267,7 \text{ кН}$.

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр} = 83,84 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 300x200x9 мм, $A = 83,98 \text{ см}^2$, $i_x = 11,11 \text{ см}$, $i_y = 8,14 \text{ см}$ (по табл.2 [ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{300}{89} = 33,3 < 45$. Условие соблюдается.

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{300}{11,11} = 27,00 \rightarrow \varphi = 0,9403$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{300}{8,14} = 36,86 \rightarrow \varphi = 0,9056.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{11267,7}{240 \cdot 0,9403 \cdot 0,8 \cdot 83,84} = 0,744 < 1$$

$$\frac{11267,7}{240 \cdot 0,9056 \cdot 0,8 \cdot 83,84} = 0,773 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{300 - 4 \cdot 9}{9} = 29,3 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

2. Подбор сечений нижнего пояса

Нижний пояс проектируем с изменением сечения по длине.

Стержень 3

Рассчитываем стержень на усилие $N=3111,1 \text{ кН}$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{\text{тр}}=13,65 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 140x100x4 мм, $A=18,15 \text{ см}^2$, $i_x=5,27 \text{ см}$, $i_y=4,07 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{140}{4} = 35 < 45$. Условие соблюдается.

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{575}{5,27} = 109,53 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{575}{4,07} = 141,3 < [\lambda] = 400,$$

где $[\lambda] = 400$ – предельная гибкость растянутого стержня.

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$
$$\frac{3111,1}{240 \cdot 0,95 \cdot 18,15} = 0,75 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$
$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{140 - 4 \cdot 4}{4} = 31 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

Стержни 8, 13

Рассчитываем стержень на максимальное усилие $N=10562,5 \text{ кН}$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр}=46,33 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 200x160x8мм, $A=52,84 \text{ см}^2$, $i_x=7,5 \text{ см}$, $i_y=6,32 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{200}{8} = 25 < 45$. Условие соблюдается.

Определяем наибольшую гибкость стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{600}{7,5} = 80 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{1200}{6,32} = 189,87 < [\lambda] = 400,$$

где $[\lambda] = 400$ – предельная гибкость растянутого стержня.

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{10562,5}{240 \cdot 0,95 \cdot 52,84} = 0,88 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{200 - 4 \cdot 8}{8} = 21 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

3. Подбор сечений сжатых раскосов

Стержень 2

Рассчитываем стержень на усилие $N = -49462 \text{ Н}$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр}=36,16 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 180x140x8мм, $A=40,04 \text{ см}^2$, $i_x=6,68 \text{ см}$, $i_y=5,5 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{180}{8} = 22,5 < 45$. Условие соблюдается.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{335}{6,68} = 50,15 \rightarrow \varphi = 0,851$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{418}{5,5} = 76 \rightarrow \varphi = 0,713$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{4946}{240 \cdot 0,851 \cdot 0,95 \cdot 40,04} = 0,65 < 1$$

$$\frac{4946}{240 \cdot 0,713 \cdot 0,95 \cdot 40,04} = 0,76 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{180 - 4 \cdot 8}{8} = 18,5 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

Стержень 7

Рассчитываем стержень на усилие $N = -31272H$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр} = 27,14 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 180x140x5мм, $A = 30,36 \text{ см}^2$, $i_x = 6,86 \text{ см}$, $i_y = 5,66 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{180}{5} = 36 < 45$. Условие соблюдается.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{6,86} = 50,73 \rightarrow \varphi = 0,849$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{435}{5,66} = 76,86 \rightarrow \varphi = 0,707.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{3127}{240 \cdot 0,849 \cdot 0,8 \cdot 30,36} = 0,63 < 1$$

$$\frac{3127}{240 \cdot 0,849 \cdot 0,8 \cdot 30,36} = 0,632 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{180 - 4 \cdot 8}{8} = 18,5 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

Стержень 12

Рассчитываем стержень на усилие $N = -1401,62H$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр} = 14,17 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 140x100x5мм, $A = 22,36 \text{ см}^2$, $i_x = 5,22 \text{ см}$, $i_y = 4,02 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{140}{5} = 28 < 45$. Условие соблюдается.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{5,22} = 66,67 \rightarrow \varphi = 0,771$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{435}{4,71} = 92,36 \rightarrow \varphi = 0,596.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{1401,6}{240 \cdot 0,771 \cdot 0,8 \cdot 22,36} = 0,42 < 1$$

$$\frac{1401,6}{240 \cdot 0,596 \cdot 0,8 \cdot 22,36} = 0,55 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$
$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{140 - 4 \cdot 5}{5} = 24 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

4. Подбор сечений растянутых раскосов

Стержень 4

Рассчитываем стержень на усилие $N=4020,62H$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр}=17,63 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 140x100x5мм, $A=22,36 \text{ см}^2$, $i_x=5,22 \text{ см}$, $i_y=4,02 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{140}{5} = 28 < 45$. Условие соблюдается.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{5,22} = 158,9 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{435}{3,8} = 114,47 < [\lambda] = 400.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$
$$\frac{4020,6}{240 \cdot 0,95 \cdot 22,36} = 0,789 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{140 - 4 \cdot 5}{5} = 24 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

Стержень 9

Рассчитываем стержень на усилие $N=2333,7zH$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр}=10,24 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 140x100x4мм, $A=18,15 \text{ см}^2$, $i_x=5,27 \text{ см}$, $i_y=4,07 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{140}{4} = 35 < 45$. Условие соблюдается.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{5,27} = 66,03 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{435}{4,07} = 106,88 < [\lambda] = 400.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$

$$\frac{2333,7}{240 \cdot 0,95 \cdot 18,15} = 0,56 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{140 - 4 \cdot 4}{4} = 31 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

Стержень 15

Рассчитываем стержень на усилие $N=1340,3zH$

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр}=5,88 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 120x60x4мм, $A=13,35 \text{ см}^2$, $i_x=4,25 \text{ см}$, $i_y=2,47 \text{ см}$ (по табл.2[ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{120}{4} = 30 < 45$. Условие соблюдается.

Гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{348}{4,25} = 81,88 < [\lambda] = 400,$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{435}{2,47} = 176,11 < [\lambda] = 400.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$
$$\frac{1340,3}{240 \cdot 0,95 \cdot 13,35} = 0,44 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$
$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{120 - 4 \cdot 4}{4} = 26 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

5. Подбор сечений стоек

Стержни 16, 17, 18

Рассчитываем стержни на усилие $N = -652 \text{ кН}$.

По требуемой площади, рассчитанной ранее, $A_{тр} = 5,66 \text{ см}^2$, подбираем профиль по ГОСТ 30245-2003 сечением гн. [] 120x60x4мм, $A = 13,35 \text{ см}^2$, $i_x = 4,25 \text{ см}$, $i_y = 2,47 \text{ см}$ (по табл.2 [ГОСТ 30245-2003]).

Проверяем условие: $\frac{D_b}{t} = \frac{120}{4} = 30 < 45$. Условие соблюдается.

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{252}{4,25} = 59,3 \rightarrow \varphi = 0,808$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{315}{2,47} = 127,5 \rightarrow \varphi = 0,378.$$

Проверка несущей способности стержня:

$$\frac{N}{R_y \cdot \varphi \cdot \gamma_c \cdot A} \leq 1$$
$$\frac{652}{240 \cdot 0,808 \cdot 0,8 \cdot 13,35} = 0,315 < 1$$
$$\frac{652}{240 \cdot 0,378 \cdot 0,8 \cdot 13,35} = 0,67 < 1$$

Несущая способность стержня обеспечена.

Проверка гибкости стенки стержня:

$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{D_b - 4t}{t} < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$
$$\frac{h_{ef}}{t} = \frac{120 - 4 \cdot 4}{4} = 26 < \left[\frac{h_{ef}}{t} \right] 1,29 \cdot \sqrt{\frac{206 \cdot 10^3}{240}} = 37,8$$

Условие выполняется.

Результаты подбора сечений стержней фермы, приведены в табл.

Таблица сечений стержней фермы

Таблица

Элемент	Стержень	Расч. усилие, кН	Сечение [], мм	A, см ²	Расчетные длины		Радиус инерции		Гибкости		Φ _{min}	γ
					l _x , см	l _y , см	i _x , см	i _y , см	λ _x	λ _y		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Верхний пояс	1	0	300x200x9	94,2	300	300	11,11	8,14	27,00	36,86	0,906	0,8
	5	590,54	300x200x9	94,2	300	300	11,11	8,14	27,00	36,86	0,906	0,8
	6											
	10	963,11	300x200x9	94,2	300	300	11,11	8,14	27,00	36,86	0,906	0,8
	11											
14	1126,77	300x200x9	94,2	300	300	11,11	8,14	27,00	36,86	0,906	0,8	
Нижний пояс	3	311,11	200x160x8	54,6	600	1200	7,50	6,32	80,00	189,87	-	0,95
	8	807,87	200x160x8	54,6	600	1200	7,50	6,32	80,00	189,87	-	0,95
	13	1056,25	200x160x8	54,6	600	1200	7,50	6,32	80,00	189,87	-	0,95
Раскосы	2	494,6	180x140x5	48,6	335	418	6,68	5,50	50,15	76,00	0,713	0,95
	4	402,06	140x100x4	18,76	348	435	5,27	4,07	66,03	106,80	-	0,95
	7	312,7	180x140x5	48,6	348	435	6,68	5,66	50,73	76,86	0,707	0,8
	9	233,37	140x100x4	14,56	348	435	5,27	4,07	66,03	106,8	-	0,95
	12	140,16	140x100x5	24,6	348	435	5,22	4,02	66,67	92,36	0,596	0,8
	15	134,03	120x60x4	14,56	348	435	4,25	2,47	81,88	176,11	-	0,95
Стойки	16	65,2	120x60x4	14,56	252	315	4,25	2,47	59,3	127,	0,378	0,8
	17											
	18											
	19	31,48										

3.1 Определение веса ферм, стоимости металлопроката и антикоррозионного покрытия

Вес фермы из двух уголков, соединенных в тавр

Стоимость металлопроката взята по прайс-листу завода металлопроката «Металлсервис»;
Данные покраске приняты согласно информации поставщика лакокрасочных материалов «Все краски».

Расчет прямых затрат

Название объекта/проекта: Спортивно-зрелищный комплекс размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе.

Название конструкций: Стропильные фермы покрытия из из уголков, соединенных в тавр.

Общий вес, тн.:	74,96
Кол-во компл-тов, шт	32
Себестоимость (металл и покраска):	3 620 411,14
Себестоимость (металл и покраска) на 1 тн.:	48 299,25
Доставка до производства 23 000руб. – 1 рейс – 20 тн	92 000,00

<u>Антикоррозионная защита:</u>	<u>Кол-во слоев (шт)</u>	<u>Общ.толщина покрытия (мкм)</u>
<u>Грунт ГФ-021</u>	<u>2</u>	<u>40</u>
<u>Эмаль ПФ-115</u>	<u>2</u>	<u>40</u>

№ поз.	Марка стали	№ стержня	Сортамент	Материал / Конструкция	Длина, м	Масса 1 п.м.	Кол-во, шт.	Масса по проекту (кг)	Перевод в тонны	Итого вес (т)	Ст-сть 1 тонны (руб)	Прибавка к ст-сти (руб)	Фактическая ст-сть (руб)	Стоимость металла	Площадь пов-ти 1 тн	Площадь покрытия	Себестоимость металлопроката, покраски (без доставки)
Верхний пояс	С245	1	L_равн	L 140 x 10	2,75	21,50	64	3 784,00	1000	3,784	50 650	0	50 650	191 659,60	26,3	99,52	
		5	L_равн	L 140 x 10	3,00	21,50		4 128,00	1000	4,128	50 650	0	50 650	209 083,20	26,3	108,57	
		6	L_равн	L 140 x 10	3,00	21,50		4 128,00	1000	4,128	50 650	0	50 650	209 083,20	26,3	108,57	
		10	L_равн	L 200 x 12	3,00	37,00		7 104,00	1000	7,104	50 650	0	50 650	359 817,60	22,0	156,29	
		11	L_равн	L 200 x 12	3,00	37,00		7 104,00	1000	7,104	50 650	0	50 650	359 817,60	22,0	156,29	
		14	L_равн	L 200 x 12	3,00	37,00		7 104,00	1000	7,104	50 650	0	50 650	359 817,60	22,0	156,29	
Нижний пояс		3	L_равн	L 70 x 6	5,75	6,39		2 351,52	1000	2,352	37 990	0	37 990	89 334,24	44,0	103,47	
		8	L_равн	L 140 x 10	6,00	21,50		8 256,00	1000	8,256	50 650	0	50 650	418 166,40	26,3	217,13	
		13	L_равн	L 140 x 10	6,00	21,50		8 256,00	1000	8,256	50 650	0	50 650	418 166,40	26,3	217,13	
Раскосы		2	L_равн	L 125 x 10	4,20	19,10		5 134,08	1000	5,134	37 790	0	37 790	194 016,88	26,3	135,03	
		4	L_равн	L 80 x 6	4,35	7,36		2 049,02	1000	2,049	37 790	0	37 790	77 432,62	44,0	90,16	
		7	L_равн	L 120 x 10	4,35	18,24		5 078,02	1000	5,078	37 790	0	37 790	191 898,22	26,3	133,55	
		9	L_равн	L 63 x 6	4,35	5,72		1 592,45	1000	1,592	37 790	0	37 790	60 178,61	44,0	70,07	
		12	L_равн	L 90 x 7	4,35	9,64		2 683,78	1000	2,684	37 790	0	37 790	101 419,90	37,0	99,30	
		15	L_равн	L 63 x 6	4,35	5,72		1 592,45	1000	1,592	37 790	0	37 790	60 178,61	44,0	70,07	
Стойки		16	L_равн	L 63 x 6	3,15	5,72		1 153,15	1000	1,153	37 790	0	37 790	43 577,61	44,0	50,74	
		17	L_равн	L 63 x 6	3,15	5,72		1 153,15	1000	1,153	37 790	0	37 790	43 577,61	44,0	50,74	
		18	L_равн	L 63 x 6	3,15	5,72		1 153,15	1000	1,153	37 790	0	37 790	43 577,61	44,0	50,74	
		19	L_равн	L 63 x 6	3,15	5,72		1 153,15	1000	1,153	37 790	0	37 790	43 577,61	44,0	50,74	
	Всего:									74,958						2 124,37	3 596 411,14
														3 474 381,14			

<i>Общий вес</i>	<i>74,958</i>	<i>Общая ст-сть металло- проката</i>	<i>3 474 381,14</i>
------------------	---------------	--	---------------------

<i>Общая ст-сть покраски</i>	<i>122 030,00</i>
--------------------------------------	-------------------

<i>Общая стоимость (металл + л/к)</i>	<i>3 620 411,14</i>
---	---------------------

<i>Доставка</i>	<i>24 000,00</i>
<i>Ст-сть 1 т покраски</i>	<i>1 948,16</i>

<i>Средняя стоимость 1т металла (с л/к)</i>	<i>48 299,248</i>
---	-------------------

<i>Средняя стоимость 1т металла (без л/к)</i>	<i>46 351,088</i>
---	-------------------

Антикоррозионная защита

масса, тн	74,96
площадь, м2	2 124,37

Наименование антикоррозионного покрытия	Стоимость антикоррозионного покрытия, руб/кг	Коэффициент потерь	Практический расход на 1 слой, кг/м2	Кол-во слоев, шт	Кол-во покрытия в 1 упаковке, кг	Необх-е кол-во покрытия, кг	Необх-е кол-во упаковок, шт	Себестоимость покрытия, руб	Себестоимость, руб/тн
Покрытие									
Грунт ПФ-021	65,00р.	1,67	0,167	2	50,00	708,12	15	48 750,00р.	650,36р.
Эмаль ПФ-115	70,00р.	1,43	0,186	2	50,00	789,05	16	56 000,00р.	747,09р.
Составляющие									
Наименование антикоррозионного покрытия	Стоимость антикоррозионного покрытия, руб/кг	Коэффициент потерь	% разбавления	Вес краски, которая разбавляется, кг	Кол-во покрытия в 1 упаковке, кг	Необх-е кол-во разбавителя, кг	Необх-е кол-во упаковок, шт	Себестоимость покрытия, руб	Себестоимость, руб/тн
Р-ль Сольвент	72,00р.	1,67	20%	708,12	80,00	141,62	3	17 280,00р.	230,53р.
Р-ль Сольвент		1,43	10%	789,05		78,91			
								122 030,00р.	1 627,98р.

Доставка: 1,5 тонн - 1 рейс - 12 000 руб.

Доставка: **24 000,00р.** **320,18р.**

Общая стоимость покраски	122 030,00
Доставка	24 000,00
Ст-сть 1 т покраски	1 948,16

Вес фермы из гнутосварных профилей прямоугольного сечения

Стоимость металлопроката взята по прайс-листу завода металлопроката «Металлсервис»;

Данные по покраске приняты согласно информации поставщика лакокрасочных материалов «Все краски».

Расчет прямых затрат

Название объекта/проекта: Спортивно-зрелищный комплекс размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе.

Название конструкций: Стропильные фермы покрытия из гнутосварных профилей прямоугольного сечения.

Общий вес, тн.:

82,44

Кол-во компл-тов, шт

32

*Себестоимость
(металл и покраска):*

3 938 486,12

*Себестоимость
(металл и покраска)
на 1 тн.:*

47 773,46

*Доставка до производства
23 000руб. – 1 рейс – 20 тн*

115 000,00

<u>Антикоррозийная защита:</u>	<u>Кол-во слоев (шт)</u>	<u>Общ.толщина покрытия (мкм)</u>
<u>Грунт ГФ-021</u>	<u>2</u>	<u>40</u>
<u>Эмаль ПФ-115</u>	<u>2</u>	<u>40</u>

№ поз.	Марка стали		Сортамент	Материал / Конструкция	Длина, м	Масса 1 п.м.	Кол-во, шт.	Масса по проекту (кг)	Перевод в тонны	Итого вес (т)	Ст-сть 1 тонны (руб)	Прибавка к ст-сти (руб)	Фактическая ст-сть (руб)	Стоимость металла	Площадь пов-ти 1 тн	Площадь покрытия	Себестоимость металлопроката, покраски (без доставки)	
Верхний пояс	С245	1	Профтруба_прямоуг	□ 300x200x9,0	2,75	67,01	32	5 896,88	1000	5,897	51 300	0	51 300	302 509,94	14,92	88,00		
		5	Профтруба_прямоуг	□ 300x200x9,0	3,00	67,01		6 432,96	1000	6,433	51 300	0	51 300	330 010,85	14,92	96,00		
		6	Профтруба_прямоуг	□ 300x200x9,0	3,00	67,01		6 432,96	1000	6,433	51 300	0	51 300	330 010,85	14,92	96,00		
		10	Профтруба_прямоуг	□ 300x200x9,0	3,00	67,01		6 432,96	1000	6,433	51 300	0	51 300	330 010,85	14,92	96,00		
		11	Профтруба_прямоуг	□ 300x200x9,0	3,00	67,01		6 432,96	1000	6,433	51 300	0	51 300	330 010,85	14,92	96,00		
		14	Профтруба_прямоуг	□ 300x200x9,0	3,00	67,01		6 432,96	1000	6,433	51 300	0	51 300	330 010,85	14,92	96,00		
Нижний пояс		3	Профтруба_прямоуг	□ 200x160x8,0	5,75	42,32		7 786,88	1000	7,787	42 990	0	42 990	334 757,97	17,01	132,48		
		8	Профтруба_прямоуг	□ 200x160x8,0	6,00	42,32		8 125,44	1000	8,125	42 990	0	42 990	349 312,67	17,01	138,24		
		13	Профтруба_прямоуг	□ 200x160x8,0	6,00	42,32		8 125,44	1000	8,125	42 990	0	42 990	349 312,67	17,01	138,24		
Раскосы		2	Профтруба_прямоуг	□ 180x100x8,0	4,20	32,29		4 339,78	1000	4,340	42 800	0	42 800	185 742,41	17,01	75,26		
		4	Профтруба_прямоуг	□ 140x100x5	4,35	17,72		2 466,62	1000	2,467	43 300	0	43 300	106 804,82	29,35	72,38		
		7	Профтруба_прямоуг	□ 180x140x5,0	4,35	24,00		3 340,80	1000	3,341	43 000	0	43 000	143 654,40	23,33	77,95		
		9	Профтруба_прямоуг	□ 140x100x4	4,35	14,25		1 983,60	1000	1,984	42 500	0	42 500	84 303,00	32,90	65,26		
		12	Профтруба_прямоуг	□ 140x100x5	4,35	17,72		2 466,62	1000	2,467	43 300	0	43 300	106 804,82	29,35	72,38		
		15	Профтруба_прямоуг	□ 120x60x4,0	4,35	10,59		1 474,13	1000	1,474	38 990	0	38 990	57 476,25	33,99	50,11		
Стойки		16	Профтруба_прямоуг	□ 120x60x4,0	3,15	10,59		1 067,47	1000	1,067	38 990	0	38 990	41 620,73	33,99	36,29		
		17	Профтруба_прямоуг	□ 120x60x4,0	3,15	10,59		1 067,47	1000	1,067	38 990	0	38 990	41 620,73	33,99	36,29		
		18	Профтруба_прямоуг	□ 120x60x4,0	3,15	10,59		1 067,47	1000	1,067	38 990	0	38 990	41 620,73	33,99	36,29		
		19	Профтруба_прямоуг	□ 120x60x4,0	3,15	10,59		1 067,47	1000	1,067	38 990	0	38 990	41 620,73	33,99	36,29		
				Всего:								82,441			3 837 216,12		1 535,45	3 926 486,12

<i>Общий вес</i>	<i>82,441</i>	<i>Общая ст-сть металло-проката</i>	<i>3 837 216,12</i>	<i>Общая ст-сть покраски</i>	<i>89 270,00</i>
<i>Общая стоимость (металл + л/к)</i>	<i>3 938 486,12</i>			<i>Доставка</i>	<i>12 000,00</i>
<i>Средняя стоимость 1т металла (с л/к)</i>	<i>47 773,460</i>			<i>Ст-сть 1 т покраски</i>	<i>1 228,40</i>
<i>Средняя стоимость 1т металла (без л/к)</i>	<i>46 545,065</i>				

Антикоррозионная защита

масса, тн	74,96
площадь, м2	2 124,37

Наименование антикоррозионного покрытия	Стоимость антикоррозионного покрытия, руб/кг	Коэффициент потерь	Практический расход на 1 слой, кг/м2	Кол-во слоев, шт	Кол-во покрытия в 1 упаковке, кг	Необх-е кол-во покрытия, кг	Необх-е кол-во упаковок, шт	Себестоимость покрытия, руб	Себестоимость, руб/тн
Покрытие									
Грунт ГФ-021	65,00р.	1,67	0,167	2	50,00	511,82	11	35 750,00р.	433,64р.
Эмаль ПФ-115	70,00р.	1,43	0,186	2	50,00	570,31	12	42 000,00р.	509,46р.
Составляющие									
Наименование антикоррозионного покрытия	Стоимость антикоррозионного покрытия, руб/кг	Коэффициент потерь	% разбавления	Вес краски, которая разбавляется, кг	Кол-во покрытия в 1 упаковке, кг	Необх-е кол-во разбавителя, кг	Необх-е кол-во упаковок, шт	Себестоимость покрытия, руб	Себестоимость, руб/тн
Р-ль Сольвент	72,00р.	1,67	20%	511,82	80,00	102,36	2	11 520,00р.	139,74р.
Р-ль Сольвент		1,43	10%	789,05		78,91			
								89 270,00р.	1 082,84р.

Доставка: 1,5 тонн - 1 рейс - 12 000 руб.

Доставка: **24 000,00р.** **320,18р.**

Общая стоимость покраски	89 270,00
Доставка	12 000,00
Ст-сть 1 т покраски	1 228,40

3.2 Сравнение вариантов ферм

Таблица 8

№ п/п	Критерий	Единица измерения	Сечение Г Г	Сечение П
1.	Общий вес (на 32 шт.)	<i>тн</i>	74,96	82,44
2.	Себестоимость металлоконструкций и покраски	<i>руб/тн</i>	48 299,25	47 773,46
3.	Себестоимость антикоррозионного покрытия (материал), включая доставку	<i>руб.</i>	122 030,00	89 270,00
4.	Доставка до производства (металлопроката и покрытия)	<i>руб.</i>	92 000,00	115 000,00
5.	ИТОГО:	<i>руб.</i>	<u>3 834 541,78</u>	<u>4 142 714,04</u>
Стоимость 1 шт, руб.			51 154,51	50 251,26

Вывод: Исходя из вышепроизведённого расчета, производство ферм сечением из уголков, соединенных в тавр, выгоднее с точки зрения затрат на металлопрокат и покраску конструкций на 7,5%, что составляет 308 172,26руб.

3.3 Расчет объёма и стоимости механической обработки металлической фермы, выполненной из уголков, соединенных в тавр

Расчет обработки и стоимости механической обработки металлической фермы производился по следующим работам:

- рубка металлического уголка,
- плазменная резка листа,
- сверление отверстий под высокопрочные болты.
- сварочные работы.

В ходе расчета получены следующие результаты (см.табл.):

Сталь	№ поз.	Сечение	Длина, мм	Кол-во на 1 полу ферму, шт.	Кол-во полу ферм, шт.	Всего, шт.	Вес ед., кг.	Вес всего, кг.	Резка			Ст-ть итого, руб.	Сверление отверстий			Ст-ть итого, руб.	Сварочные работы		Ст-ть итого, руб.	Ст-ть ВСЕГО, руб.		
									Резка / рубка	Шт. / м	Ст-ть ед., руб.		Отв-я на ед, шт.	Отв-я итого, шт.	Ст-ть ед., руб.		Длина св. шва на ед., м	Ср. ст-ть 1 п.м., руб.				
С245 ГОСТ 8509-93	2	L 200 x 12	9160	2	32	64	345,15	22 089,60	Рубка (шт.)	128	50,00	6 400,00	4	256	30,00	7 680,00	-	400,00		14 080,00		
	1	L 140 x 10	8500	2		64	186,83	11 957,12		128		6 400,00	4	256	24,00	6 144,00	-			12 544,00		
	4		11980	2		64	257,14	16 456,96		128		6 400,00	-	-	-	-	-		6 400,00			
	5	L 125 x 15	3805	4		128	76,67	9 813,76		256		12 800,00	-	-	-	-	-		-	12 800,00		
	8	L 90 x 7	3895	2		64	29,35	1 878,40		128	5 120,00	-	-	-	-	-	-		5 120,00			
	6	L 80 x 6	3925	2		64	29,58	1 893,12		128	5 120,00	-	-	-	-	-	-		5 120,00			
	3	L 70 x 6	5465	2		64	72,07	4 612,48		128	5 120,00	-	-	-	-	-	-		5 120,00			
	7	L 63 x 6	2890	4		128	17,15	2 195,20		256	10 240,00	-	-	-	-	-	-		-	10 240,00		
	9		3955	4		128	15,52	1 986,56		256	10 240,00	-	-	-	-	-	-		-	10 240,00		
	10		2910	2		64	12,62	807,68		128	5 120,00	-	-	-	-	-	-		-	5 120,00		
	26		2820	2		64	16,74	1 071,36		128	5 120,00	-	-	-	-	-	-		-	5 120,00		
	27	L 63 x 3	1860	2		64	11,04	706,56		128	5 120,00	-	-	-	-	-	-		-	5 120,00		
												Всего:			13 824,00					97 024,00		
	11	- 14 x 360	660	1		32	26,11	835,52		65,28	5 875,20	-	-	90,00	960,00	5,34	400,00		68 352,00	75 187,20		
	12	- 14 x 260	250	1		32	7,14	228,48		32,64	2 937,60	-	-		960,00	0,86			11 008,00	14 905,60		
	13	- 14 x 460	870	1		32	43,98	1 407,36		85,12	7 660,80	-	-		960,00	4,06			51 968,00	60 588,80		
	14	- 14 x 334	425	1		32	15,60	499,20	48,58	4 371,84	2	64	960,00		0,86	11 008,00		16 339,84				
	15	- 14 x 50	150	6		192	0,82	157,44	76,80	6 912,00	-	-	5 760,00		0,10	7 680,00		20 352,00				
	16	- 14 x 50	180	10		320	0,99	316,80	147,20	13 248,00	-	-	9 600,00		0,10	12 800,00		35 648,00				
	17	- 14 x 60	100	16		512	0,66	337,92	163,84	14 745,60	-	-	15 360,00		0,12	24 576,00		54 681,60				
	18	- 14 x 334	345	1		32	12,66	405,12	43,46	3 911,04	2	64	960,00		0,60	7 680,00		12 551,04				
	19	- 14 x 190	290	2		64	6,06	387,84	61,44	5 529,60	-	-	1 920,00		0,96	24 576,00		32 025,60				
	20	- 14 x 190	1095	1		32	22,86	731,52	82,24	7 401,60	4	128	960,00		-	8 361,60						
	21	- 14 x 130	590	2		64	8,43	539,52	92,16	8 294,40	-	-	1 920,00		0,96	24 576,00		34 790,40				
	22	- 14 x 350	880	1		32	33,85	1 083,20	78,72	7 084,80	-	-	960,00		4,30	55 040,00		63 084,80				
	23	- 14 x 350	950	1		32	36,54	1 169,28	83,20	7 488,00	-	-	960,00		4,82	61 696,00		70 144,00				
	35	- 14 x 320	320	1		32	8,80	281,60	40,96	3 686,40	-	-	960,00		1,03	13 226,67		17 873,07				
	28	- 14 x 390	710	1		32	30,43	973,76	70,40	6 336,00	-	-	960,00		3,32	42 496,00		49 792,00				
	29	- 14 x 150	220	1		32	3,63	116,16	23,68	2 131,20	2	64	960,00		0,74	9 472,00		12 563,20				
	33	- 14 x 130	895	1		32	18,69	598,08	65,60	5 904,00	4	128	960,00	-	6 864,00							
	34	- 14 x 70	240	6		192	1,85	355,20	119,04	10 713,60	-	-	5 760,00	0,14	16 473,60							
	30	- 15 x 180	220	1		32	4,66	149,12	25,60	2 816,00	2	64	110,00	960,00	1,00	12 800,00	16 576,00					
24	- 15 x 250	300	1	32	8,83	282,56	35,20	3 872,00	-	-	960,00	0,60		7 680,00	12 512,00							
31	- 15 x 200	220	1	32	5,18	165,76	26,88	2 956,80	2	64	960,00	1,86		23 808,00	27 724,80							
32	- 15 x 90	220	1	32	2,33	74,56	19,84	2 182,40	2	64	960,00	0,62		7 936,00	11 078,40							
25	- 20 x 250	510	1	32	20,02	640,64	48,64	6 809,60	-	-	36,00	1 152,00	1,02	13 056,00	21 017,60							
											Всего:			142 868,48			56 832,00		491 434,67	691 135,15		
Всего:								87 205,44			226 068,48			70 656,00		491 434,67	788 159,15					

Таким образом, стоимость механической работы составляет:

Таблица 9

Стоимость механической работы		
<i>На 1 полуферму</i>	<i>Всего полуферм</i>	<i>Итого, руб.</i>
24 629,97 руб.	32	788 159,15

Себестоимость полуфермы с покрытием
(работа на покрытие – 200руб.-1слой на 1 тн: $200 \cdot 4 \cdot 87,205 = 69764$ руб.)

Таблица 10

Стоимость полуфермы		
<i>1 полуферма, руб.</i>	<i>Всего полуферм</i>	<i>Итого, руб.</i>
146 639,53	32	4 692 464,93

$$(3\ 834\ 541,78 + 788\ 159,15 + 69\ 764) / 32 = 4\ 692\ 464,93 / 32 = 146\ 639,53 \text{ руб/шт.}$$

Таблица 11

Общий вес 32 полуферм:	87,205 тн
Общая стоимость:	4 692 464,93 руб.
Стоимость за тн:	53 809,60 руб.

Таким образом, себестоимость изготовления 1 тн металлоконструкции составит 53 809,60 руб. Закладываем 20% на стоимость работы, отходную часть металлопроката, непредвиденные затраты, получаем:

$$53\ 809,60 + 20\% \cdot 53\ 809,60 = 64\ 571,62 \text{ руб/тн.}$$

$$\text{Итого: } 64\ 571,62 \cdot 87,205 = 5\ 630\ 968,12 \text{ руб.}$$

Данную стоимость заносим в смету.

Заключение

В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

1. На основании ранее выполненного расчета стропильной фермы, осуществлен подбор сечения фермы из уголков и труб прямоугольного сечения;
2. Выполнен сравнительный анализ 2 вариантов, по результатам которого, для покрытия здания спортивного комплекса принята ферма с параллельными поясами из уголков, пролетом 36м, состоящая из 2 частей;
3. Сделан чертеж отправочной марки фермы из уголков;
4. Выполнен расчет стоимости механической обработки фермы;
5. Назначена стоимость изготовления 1тн металлоконструкций стропильной фермы покрытия.

Приложение

Прайс-лист

Сверление отверстий

Толщина металла, мм	Диаметр отверстия, мм			
	4-20	21-30	31-40	41-50
1-5	18	19	24	28
6-10	24	26	37	45
11-15	30	33	49	62
16-20	36	41	62	78
21-25	45	50	76	97
26-30	51	56	88	113
31-35	57	64	101	130
36-40	63	71	113	147
41-45	69	78	126	163
46-50	78	88	140	182

Цены на плазменную резку

Толщина металла, мм	Сталь углеродистая	Цена за 1 врезание
2	20 руб./п.м.	2 руб.
2-3	30 руб./п.м.	3 руб.
5-6	50 руб./п.м.	5 руб.
8-10	60 руб./п.м.	8 руб.
12-14	90 руб./п.м.	12 руб.
16-18	110 руб./п.м.	17 руб.
20	140 руб./п.м.	20 руб.
22	170 руб./п.м.	22 руб.
25	210 руб./п.м.	25 руб.
30	290 руб./п.м.	30 руб.

Цена рубки металлопроката

Толщина металла, мм	Цена за 1 руб / руб.
2	40 руб.
2-10	50 руб.
10-16	60 руб.
16-32	80 руб.

*Стоимость плазменной резки и врезания зависит от объема, сложности работы и обрабатываемого материала.

4. Основания и фундаменты

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Кол.у	Лист	№	Подпис	Дат	ВКР-2069059-08.04.01-151125-17			85

4.1 Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства

Площадка строительства находится в городе Пенза. Инженерно-геологические условия площадки строительства:

слой 1 - почвенно-растительный слой (толщина слоя - 1,0 м);

слой 2 - глина (толщина слоя - 7,0 м);

слой 3 – суглинок (толщина слоя - 3,0 м);

слой 4 - песок мелкий (толщина слоя – 20,0 м).

Физико-механические характеристики слоев грунта с исходными данными инженерно-геологических изысканий приведены в таблице 12.

Таблица 12

Вид грунта	Физико-механические характеристики грунта													
	$h_{сл}$, м	γ , кН/ м ³	ρ_s , кН/м ³	ρ_d , кН/ м ³	W , %	W_L , %	W_p , %	I_p	I_L	e	S_r	ϕ , °	c , кПа	E , МПа
Почв.- раст.слой	1,0	15,0												
Глина	7,0	18,2	26,9	13,1	39	50	30	20	0,45	1,05	0,9	11	12	6,0
Супесь	3,0	19,2	26,9	15,0	28	36	22	14	0,43	0,79	0,9	14	10	7,0
Песок мелкий	20	17,4	26,4	13,2	32					1,00	0,8	30		21

Природный рельеф площадки строительства спокойный. Грунты основания имеют слоистое напластование с выдержанным залеганием пластов. Так как $E > 5$ МПа, все они могут служить естественным основанием.

Из-за конструктивных особенностей здания в качестве основания фундамента мелкого заложения под правую колонну принимаем глины.

4.2 Фундамент мелкого заложения

4.2.1 Определение глубины заложения фундамента под правую колонну

При выборе глубины заложения подошвы фундамента учитываются инженерно-геологические условия площадки строительства, климатические факторы, конструктивные особенности здания.

Глубина заложения фундаментов назначается в соответствии с п.п. 2.25-2.33 СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».

Сечение колонны $b \times h = 1200 \times 600$ мм. Отношение длины здания к высоте $L/H = 90,62/23,13 = 3,918$. Полы на лагах по грунту. Вертикальная нагрузка на обрез фундамента $N_{II} = 398$ кН, момент $M_{II} = 158$ кН·м. Максимальная осадка основания в соответствии со СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений», приложение 4, $S_{max} = 8$ см.

Для глины слоя №2 глубина составляет $d_0 = 0,23$ м. При $M_t = 41,1$ для здания без подвала с полами на лагах по грунту и температуре воздуха в помещении 20°C коэффициент $k_h = 0,6$.

$$d_f = k_h \cdot d_{0,t}$$

$$d_f = 0,6 \cdot 0,23 \cdot \sqrt{41,1} = 0,9$$

где k_h - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый: для наружных фундаментов отапливаемых сооружений - по [табл.1](#) СНиП 2.02.01-83.

Принимаем высоту фундамента $H_\phi = 900$ мм.

Обрез фундамента на отметке $-0,80$ м, тогда глубина заложения:

$$d = 0,8 + 0,9 = 1,7 \text{ м.}$$

Расчетное сопротивление грунта основания для глины слоя № 2 с $J_L = 0,45$ и $e = 1,05$ по интерполяции получим $R_0 = 195$ кПа, средний удельный вес материала фундамента и грунта на нем $\gamma_m = 17,77$ кН/м³. Бетон фундамента тяжелый класса В15 с расчетными характеристиками при $\gamma_{b2} = 1,1$; $R_b = 1,1 \cdot 8,5 = 9,35$ МПа.

4.2.2 Подбор размеров подошвы фундамента

Примем соотношение сторон $m = b/l = 0,8$ и предварительно устанавливаем размер меньшей стороны фундамента:

$$a = 6 \cdot e_0 \cdot (1 - \gamma_m \cdot d / 0,6 \cdot R) = 6 \cdot 158 / 398 (1 - 17,76 \cdot 1,7 / 0,6 \cdot 195) = 1,76 \text{ м};$$

Размер большей стороны $l = b/m = 1,76 / 0,8 = 2,4$ м; принимаем унифицированные размеры кратные 0,3 м $b \times l = 1,8 \times 2,4$ м;

тогда площадь подошвы

$$A = 1,8 \times 2,4 = 4,32 \text{ м}^2,$$

а момент сопротивления

$$W = bl^2 / 6 = 1,8 \cdot 2,4^2 / 6 = 1,728 \text{ м}^3.$$

Проверка давлений под подошвой фундамента

Принятые размеры подошвы должны обеспечивать выполнение следующих условий:

$$p_{\max} \leq 1,2R_0 = 1,2 \cdot 195 = 234 \text{ кПа};$$

$$p_{\min} \geq 0;$$

$$p_m \leq R_0 = 195 \text{ кПа}.$$

Для расчета фундамента по прочности нужны величины давления на грунт от нагрузок:

$$p = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} + \gamma_m \cdot d,$$

где $N = 398$ кН, $M_{nf} = 158$ кН – усилия на уровне подошвы фундамента от нагрузок с коэффициентом $\gamma_f = 1$.

$$p_n = \frac{398}{4,32} \pm \frac{-158}{1,728} + 17,76 \cdot 1,7 = 92,13 \pm 31,44 + 30,192;$$

$$p_n = 92,13 + 31,44 + 30,192 = 153,762 \text{ кПа} < 234 \text{ кПа};$$

$$p_{\min} = 92,13 - 31,44 + 30,192 = 90,882 \text{ кПа} > 0;$$

$$p_m = 31,44 + 30,192 = 61,632 < 195 \text{ кПа}.$$

Давление p не превышает допустимых, т.е. принятые размеры подошвы фундамента достаточны.

Среднее давление под подошвой фундамента составит

$$P = \frac{N_{II} - G}{\epsilon \cdot l} \approx \frac{N_{II}}{\epsilon \cdot l} + d_1 \gamma_0 \leq R$$

$$P = (398/1,8 \cdot 2,4) + 1,7 \cdot 17,76 = 122,32 \text{ кПа} < R = 195 \text{ кПа}.$$

4.2.3 Определение конфигурации фундамента и проверка нижней ступени

Проектируем фундамент со ступенчатой плитной частью (рис.28)

$$l_{cf} = 1800 \text{ мм};$$

$$b_{cf} = 1200 \text{ мм},$$

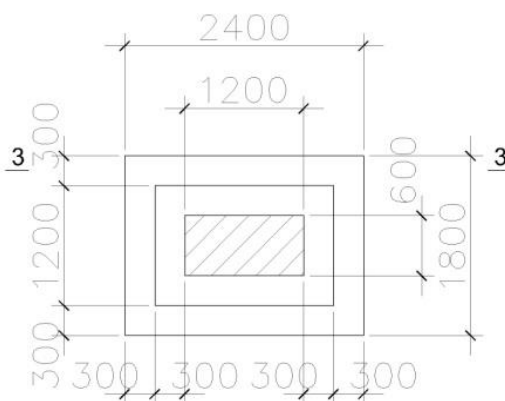


Рис. 48 Геометрические размеры фундамента

Рабочую высоту плитной части фундамента предварительно можно установить из условия продавливания по формуле:

$$h_{0,pl} = -\frac{b_c}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{b_c^2 + \frac{2b(l-h_c) - (b-b_c)^2}{1 + R_{bt}/p_{\max}}},$$

принимая $b_c = b_{cf} = 1,2$ м и $h_c = l_{cf} = 1,8$ м, получим

$$h_{0,pl} = -\frac{1,2}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{1,2^2 + \frac{2 \cdot 1,8 \cdot (2,4 - 1,8) - (1,8 - 1,2)^2}{1 + 935/153,762}} = 0,1 \text{ м}.$$

Плитную часть принимаем из двух ступеней высотой

$$h_1 = h_2 = 300 \text{ мм}.$$

$$h_{01} = h_1 - a = 300 - 50 = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м}.$$

Размеры второй ступени в плане назначаем кратно 300 мм, т.е. $b_1 \times l_1 = 1,2 \times 1,8$ м. Тогда консольные выносы ступеней составят:

$$\text{первой (нижней)} - c_1 = 0,5(2,4 - 1,8) = 0,3 \text{ м} < 0,75 \text{ м};$$

второй $- c_2 = 0,5(1,8 - 1,2) = 0,3$ м.

Проверка высоты нижней ступени

Высота и вынос нижней ступени проверяются на продавливание и поперечную силу. Проверку на продавливание выполняем из условия:

$$P \leq R_{bt} \cdot b_m \cdot h_{01},$$

где $P = p_{\max} \cdot A_{f0}$ - продавливающая сила;

$b_m = b_1 + h_{01} = 1,2 + 0,25 = 1,45$ м – размер средней линии грани пирамиды продавливания.

При

$$b - b_1 = 1,8 - 1,2 = 0,6 \text{ м} > 2h_{01} = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ м}$$

площадь

$$A_{f0} = 0,5b(l - l_1 - 2h_{01}) - 0,25(b - b_1 - 2h_{01})^2 =$$

$$= 0,5 \cdot 1,8 \cdot (2,4 - 1,8 - 2 \cdot 0,25) - 0,25(1,8 - 1,2 - 2 \cdot 0,25)^2 = 0,09 - 0,025 = 0,065 \text{ м}^2,$$

тогда продавливающая сила

$$P = 229,57 \cdot 0,00875 = 20,09 \text{ кН} < 935 \cdot 1,45 \cdot 0,25 = 338,94 \text{ кН}$$

– продавливание нижней ступени не произойдет.

Для наклонного сечения выполним проверку по поперечной силе. Наклонное сечение начинается от грани второй ступени. Длина горизонтальной проекции наклонного сечения $c = h_{01} = 0,25$ м: поперечная сила, создаваемая реактивным давлением грунта, в конце наклонного сечения

$$Q = p_{\max} \cdot (c_1 - h_{01})b = 153,762 \cdot (0,3 - 0,25) \cdot 1,8 = 13,84 \text{ кН.}$$

Минимальное поперечное усилие, воспринимаемое одним бетоном

$$Q_{b,\min} = 0,6 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_{01} = 0,6 \cdot 935 \cdot 1,8 \cdot 0,25 = 252,45 \text{ кН.}$$

Так как $Q = 10,00 \text{ кН} < Q_{b,\min} = 252,45 \text{ кН}$ прочность нижней ступени по поперечной силе достаточна.

Можно не производить проверку второй ступени на продавливание, так как принятая рабочая высота плитной части $h_{0,pl} = h_{02} = 600 - 50 = 550$ мм значительно превышает требуемую из расчета на продавливание.

4.2.4 Подбор арматуры подошвы

Ступени фундамента работают на изгиб подобно консолям, защемленным в тело фундамента под действием реактивного давления грунта. Для сечений по граням уступов и по грани колонны изгибающие моменты определяют в обоих направлениях.

Площадь сечения рабочей арматуры подошвы определяется по формуле:

$$A_{s,i} = \frac{M_{i-i}}{0,9R_s h_{0i}},$$

где M_{i-i} и h_{0i} - момент и рабочая высота в i -ом сечении.

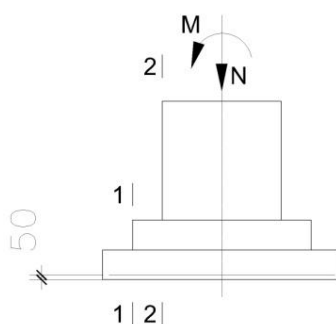


Рис. 49 К подбору арматуры подошвы фундамента

Подбор арматуры в направлении длинной стороны подошвы.

Сечение 1-1 ($h_{01} = 250$ мм)

$$p_1 = p_{\max} - (p_{\max} - p_{\min}) \frac{c_1}{l} = 153,762 - (153,762 - 90,882) \cdot \frac{0,3}{2,4} = 145,902 \text{ кПа};$$

$$M_{1-1} = b \cdot c_1^2 \cdot \frac{2p_{\max} + p_1}{6} = 1,8 \cdot 0,3^2 \cdot \frac{2 \cdot 153,762 + 145,902}{6} = 12,25 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$A_{s,1} = \frac{12,25 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 355 \cdot 250} = 153,27 \text{ мм}^2.$$

Сечение 2-2 ($h_{02} = 550$ мм)

$$p_2 = p_{\max} - (p_{\max} - p_{\min}) \frac{c_2}{l} = 153,762 - (153,762 - 90,882) \cdot \frac{0,6}{2,4} = 138,042 \text{ кПа};$$

$$M_{1-1} = b \cdot c_1^2 \cdot \frac{2p_{\max} + p_1}{6} = 1,8 \cdot 0,6^2 \cdot \frac{2 \cdot 153,762 + 138,042}{6} = 48,12 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$A_{s,1} = \frac{48,12 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 355 \cdot 250} = 602,455 \text{ мм}^2.$$

Принимаем диаметр арматуры равным 10 мм. Для основного шага стержней в сетке 200 мм на ширине $b=2,4$ м будем иметь в сечении 2—2

$$13 \text{ } \varnothing 10 \text{ A240 } (A_{sn}=1020,5 \text{ мм}^2 > 602,455 \text{ мм}^2), \text{ шаг } 200 \text{ мм.}$$

Процент армирования будет равен

$$\mu = A_s \cdot 1020,5 / b \cdot h_0 = 1020,5 \cdot 100 / (2400 \cdot 550) = 0,077\% > \mu = 0,05\%.$$

Расчет рабочей арматуры сетки плиты фундамента в направлении короткой стороны выполняем на действие среднего реактивного давления грунта $p_m=90,882$ кПа, соответственно получим:

$$M_{3-3} = p_m \cdot a \cdot b l^2 / 2 = 90,882 \cdot 2,4 \cdot 0,3^2 / 2 = 9,81 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$A_{s,3-3} = M_{3-3} / R_s \cdot 0,9 \cdot h_0 = 9,81 \cdot 10^6 / (355 \cdot 0,9 \cdot 250) = 122,8 \text{ мм}^2;$$

Принимаем диаметр арматуры равным 10 мм. Для основного шага стержней в сетке 200 мм на ширине $b=1,8$ м будем иметь

$$10 \varnothing 10 \text{ A240 } (A_{sn}=785 \text{ мм}^2 > 185,8 \text{ мм}^2), \text{ шаг } 200 \text{ мм.}$$

Расчет подколонника не производим. По конструктивным требованиям количество продольной арматуры должно быть не менее 0,05% площади поперечного сечения подколонника

$$A_s = A'_s = 0,0005 \cdot b_{cf} \cdot h_{cf} = 0,0005 \cdot 1200 \cdot 600 = 360 \text{ мм}^2.$$

Арматурные выпуски из фундамента в колонну составляют 1750 мм и 1250 мм $\varnothing 25$.

4.2.5 Расчет деформаций осадки под фундамент колонны

Расчет оснований по деформациям производится, исходя из условия

$$S \leq S_u = 8 \text{ см.}$$

где S – совместная деформация основания и сооружения, определяемая расчетом;

S_u – предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемой по указаниям п.2.51-2.55 СНиП 2.02.01-83

Осадку основания определим по формуле (метод послойного суммирования):

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i}$$

где $\beta=0,8$ – безразмерный коэффициент;

$\sigma_{zp,i}$ – среднее значение дополнительного вертикального напряжения в i -ом слое грунта, равное полусумме указанных напряжений на верхней и нижней границах слоя;

h_i и E_i – соответственно толщина и модуль деформации слоя грунта (принимается $h_i \leq 0,4b$, где b – ширина подошвы фундамента);

n – число слоёв, на которое разбита сжимаемая толща основания.

Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на границе слоя, расположенного на глубине z , от подошвы фундамента определяется по формуле:

$$\sigma_{\lambda g} = \sigma_{zg,0} + \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i = \gamma' \cdot d_n + \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i$$

где γ' – удельный вес грунта, расположенного выше подошвы фундамента;

γ_i и h_i – удельный вес и толщина i -ого слоя грунта;

$\sigma_{zg,0}$ – вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента;

d_n – глубина заложения фундамента от поверхности природного рельефа.

Дополнительные вертикальные напряжения на глубине z от подошвы фундамента определяются по формуле:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p_0$$

где α – коэффициент, принимаемый по табл.1 Приложения 2 СНиП 2.02.01-83 в зависимости от относительной глубины:

$$\xi = 2z/b$$

и от соотношения сторон прямоугольного фундамента:

$$\eta = l/b;$$

p_0 – дополнительное вертикальное давление под подошвой фундамента:

$$p_0 = p - \sigma_{zg,0}$$

где p – среднее давление под подошвой фундамента.

Нижняя граница сжимаемой толщи основания, до которой производится суммирование осадок принимается на глубине, где выполняется условие:

$$\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}.$$

Однородные пласты основания ниже подошвы фундамента разделим на слои толщиной $h_i \leq 0,4e = 0,4 \cdot 1,8 = 0,72$ м

Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента

$$\begin{aligned}\sigma_{zgo} &= \gamma'_{II} d; \\ \sigma_{zgo} &= 17,76 \cdot 1,7 = 30,192 \text{ кПа}.\end{aligned}$$

где d – глубина заложения фундамента от дневной поверхности земли;
 γ'_{II} – удельный вес грунта выше подошвы.

Дополнительное давление в уровне подошвы фундамента составляет:

$$P_0 = P - \sigma_{zq0} = 92,13 - 30,19 = 61,94 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Для $z = 0,72$ м:

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zq,0} + z \cdot \gamma = 30,19 + 0,72 \cdot 18,2 = 43,30 \text{ кПа}.$$

При

$$\xi = 2 \cdot 0,72 / 1,8 = 0,8$$

и по табл.1 приложения 2 СНиП 2.02.01-83 по интерполяции

$$\alpha = 0,83$$

Тогда

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p_0 = 0,83 \cdot 61,94 = 51,78 \text{ кПа}.$$

Результаты расчётов сведены в табл.8. Расчётная схема представлена на рис.50.

Таблица 13

№ точки	z, см	$\eta=1/b$	$\zeta=2z/b$	α	$\sigma_{zp}=\alpha \cdot P_0$, кПа	σ_{zp_i} , кПа	σ_{zq} , кПа	E, МПа
0	0	1,3	0	1	61,94	56,845	30,192	6,0
1	72		0,8	0,836	51,78	41,725	43,3	
2	144		1,6	0,5113	31,67	25,375	56,404	
3	216		2,4	0,308	19,08	15,655	69,508	
4	288		3,2	0,1975	12,23	10,32	82,612	
5	360		4,0	0,1358	8,41	7,24	95,716	
6	432		4,8	0,098	6,07	5,32	108,82	
7	504		5,6	0,0738	4,57		121,124	

Нижняя граница сжимаемой толщи основания принимается на глубине $Z=H_c$, где выполняется условие $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$ с точностью ± 5 кПа, если $E \geq 5$ МПа, или $\sigma_{zp} = 0,1\sigma_{zg}$ с точностью ± 5 кПа, если $E < 5$ МПа. Нижняя граница сжимаемой толщи находится на глубине $H_c = 2,88$ м (точка 4).

Осадка основания составляет:

$$s = 0,8 \cdot \left(\frac{56,845 \cdot 0,72}{6000} + \frac{41,725 \cdot 0,72}{6000} + \frac{25,375 \cdot 0,72}{6000} + \frac{15,655 \cdot 0,72}{6000} + \frac{10,32 \cdot 0,72}{6000} \right) = 0,0144 \text{ м} = 1,44 \text{ см} < s_{\text{max}, u} = 8 \text{ см}.$$

Полученная осадка основания фундамента меньше предельно допустимой. Требования СНиП 2.02.01-83 выполняются.

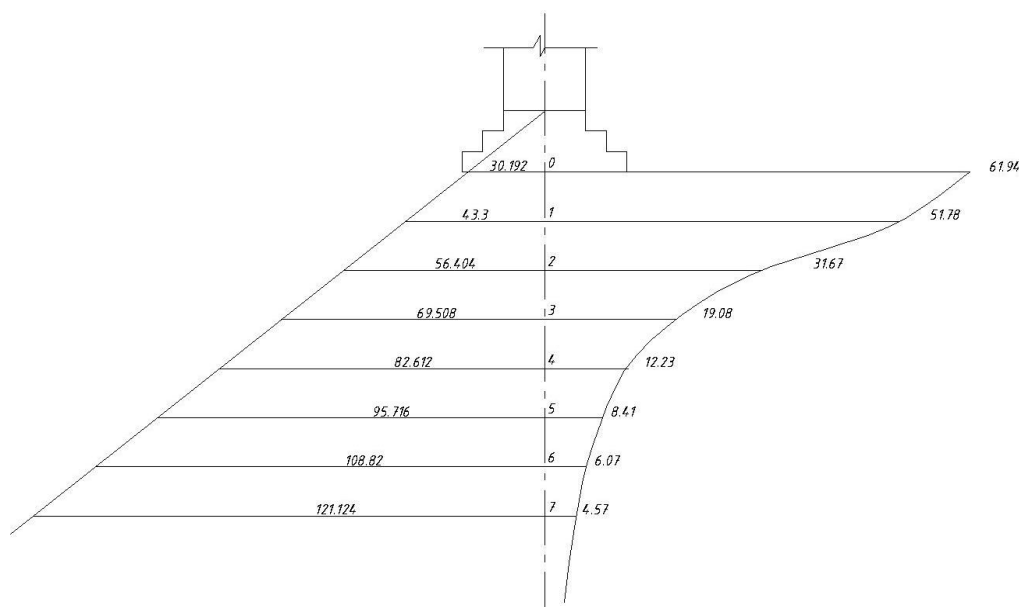


Рис. 50 *Расчётная схема фундаментов*

4.3 Проектирование свайных фундаментов

4.3.1 Определение конфигурации фундамента

Расчет свайных фундаментов и их оснований выполняем по 2 группам предельных состояний:

первая группа:

– по несущей способности грунта основания свай;

вторая группа:

– по осадкам оснований свай и свайных фундаментов от вертикальных нагрузок.

Расчет по прочности материала свай и свайных ростверков должен производиться в соответствии с требованиями [18].

Расчет оснований свайных фундаментов по деформациям выполняется на основное сочетание расчетных нагрузок с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$.

Одиночную сваю в составе фундамента по несущей способности грунтов основания следует рассчитывать, исходя из условия:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = P_c,$$

где N - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю;

F_d - расчетная несущая способность грунта основания одиночной сваи (несущая способность сваи);

γ_k - коэффициент надежности, равный 1,4;

P_c - расчетная нагрузка на сваю (допустимая)

Несущую способность висячей сваи по грунту определяем по формуле:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + U \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i),$$

где γ_c - коэффициент условий работы сваи в грунте, равный 1;

R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;

A - площадь опирания сваи на грунт, м²;

U - наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

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

h_i - толщина i -го слоя грунта соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

γ_{CR}, γ_{cf} - коэффициенты условий работы грунта, равные 1.

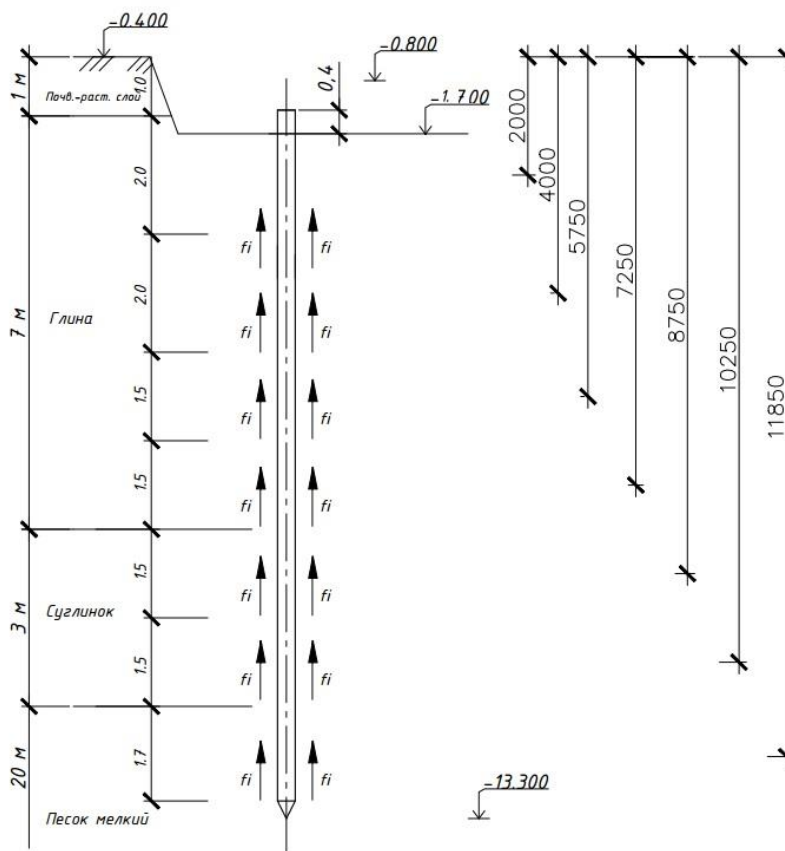


Рис. 51 Расчётная схема

f_i определяем в зависимости от z_i

Таблица 14

$z_i, \text{М}$	$z_1=2,0$	$z_2=4,0$	$z_3=5,75$	$z_4=7,25$	$z_5=8,75$	$z_6=10,25$	$z_6=11,8$
$f_i, \text{кПа}$	$f_1=19$	$f_2=24,5$	$f_3=27,625$	$f_4=28,94$	$f_5=29,875$	$f_6=32,055$	$f_6=33,05$

Определяем расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи:

По таблице 1[18] определяем $R=2180,5 \text{ кПа}$.

Площадь опирания сваи на грунт

$$A=0,3 \cdot 0,3=0,09 \text{ м}^2$$

Наружный периметр поперечного сечения сваи

$$U=0,3 \cdot 4=1,2 \text{ м.}$$

Рассчитываем несущую способность сваи:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 0,09 \cdot 2180,5 + 1,2 \cdot (1 \cdot 19,0 \cdot 2,0 + 1 \cdot 24,5 \cdot 2,0 + 1 \cdot 27,625 \cdot 1,5 + 1 \cdot 28,94 \cdot 1,5 + 1 \cdot 29,875 \cdot 1,5 + 1 \cdot 32,055 \cdot 1,5 + 1 \cdot 33,047 \cdot 1,7)) = 581,35 \text{ кН}$$

Допустимая нагрузка на сваи определяется по формуле:

$$F = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{581,35}{1,4} = 415,25 \text{ кН}$$

где $\gamma_k = 1,4$.

Вычисляем количество свай под колонну:

$$n=N / F = 398 / 415,25 = 1 \text{ шт.}$$

где $N_2=398 \text{ кН}$ – нагрузка на фундамент

3.3.2 Расчет осадки свайного фундамента

Давление под подошвой условного фундамента

$$P_{cp} = \frac{N + G_{усл}}{A_{усл}},$$

Средний угол трения

$$\varphi_{cp} = \frac{\sum \varphi_i h_i}{\sum h_i} = \frac{11,0 \cdot 7,0 + 14 \cdot 3,0 + 30 \cdot 20,0}{30} = 23,97^\circ$$

$$\alpha = \frac{\varphi_{cp}}{a} = \frac{23,97}{4} = 5,99^\circ$$

Размеры подошвы фундамента:

$$l_{усл}=0,9 \text{ м}$$

$$b_{\text{усл}} = 0,9 \text{ м}$$

$$A_{\text{усл}} = 0,81 \text{ м}^2$$

Вес условного фундамента:

$$G = 0,81(12,9 \cdot 18,07) = 188,81 \text{ кН}$$

Давление под подошвой условного фундамента

$$P_{\text{cp}} = \frac{358,2 + 188,81}{0,81} = 675,325 \text{ кН}$$

где $N = 398 \cdot 0,9 = 358,2 \text{ кН}$.

Расчет свай и свайных фундаментов по деформациям следует производить, исходя из условия:

$$S \leq S_u,$$

Осадку определяем методом послойного суммирования осадок отдельных слоев в пределах сжимаемой толщи основания.

Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{z_{g0}} = \gamma' \cdot a$$

$$\sigma_{z_{g0}} = 15 \cdot 1 + 18,2 \cdot 7,0 + 19,2 \cdot 3,0 + 17,4 \cdot 1,7 = 229,68 \text{ кПа}$$

Дополнительное вертикальное напряжение на глубине от подошвы фундамента определяем по формуле:

$$\gamma_{zp} = \alpha \cdot P_0$$

α - коэффициент, принимаемый по СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений», прил.2, формула (2);

P_0 - дополнительное вертикальное давление на основание:

$$P_0 = P_{\text{cp}} - \sigma_{z_{g0}}$$

P_{cp} - среднее давление под подошвой фундамента ($P_{\text{cp}} = 680,87 \text{ кН}$)

$$P_0 = P_{\text{cp}} - \sigma_{z_{g0}} = 675,325 - 229,68 = 445,65 \text{ кПа}$$

Вертикальные напряжения в основании рассчитываемого
фундамента

Таблица 15

№ точки	z, см	$\eta=1/b$	$\zeta=2z/b$	α	$\sigma_{zp}=\alpha \cdot P_0,$ кПа	$\sigma_{zpi},$ кПа	$\sigma_{zq},$ кПа	E, кПа
0	0	1	0	1	445,65	322,875	229,68	21,0
1	36		0,8	0,449	200,1	135,7	235,94	
2	72		1,6	0,160	71,3	58,5	242,208	
3	108		2,4	0,098	45,7	32,875	248,472	
4	144		3,2	0,045	20,05	16,485	254,718	
5	180		4,0	0,029	12,92	10,915	260,982	
6	216		4,8	0,02	8,91		267,246	

Сжимаемая толща грунта ниже подошвы фундамента разбиваем на элементарные слои мощностью $h_i=0,4 \cdot b=0,4 \cdot 0,9=0,36$ м.

Находим дополнительные напряжения. На отметке подошвы фундамента (при $z=0$)

$$\xi = \frac{2z}{b} = 0; \eta = \frac{1}{b} = 1$$

Нижняя граница сжимаемой толщи основания принимается на глубине $z = H_c$, где выполняется условие $\sigma_{zp} = 0,2 \sigma_{zg}$ с точностью ± 5 кПа, если $E > 5$ МПа.

Определяем осадку основания с использованием расчетной схемы в виде линейно деформируемого полупространства.

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{E_i}$$

β - безмерный коэффициент, равный 0,8;

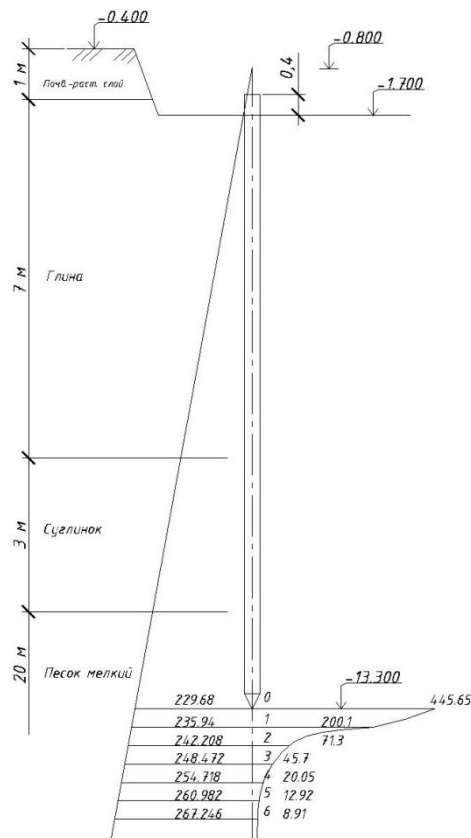


Рис. 52 Схема распределения вертикальных напряжений в линейно деформированном пространстве

σ_{zpi} - среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i -том слое грунта;

h_i и E_i соответственно, толщина и модуль деформации i -го слоя;

n - число слоев, на которое разбита сжимаемая толща основания.

Нижняя граница сжимающей толщи в точке 3.

$$S = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot h_i}{E_i}$$

$$S = 0,8 (322,875 \cdot 0,36 + 135,7 \cdot 0,36 + 58,5 \cdot 0,36 + 32,875 \cdot 0,36) / 21000 = 0,7 \text{ мм} < S_u = 80 \text{ мм}$$

-условие выполняется.

4.4 Технико-экономическое сравнение и выбор основного варианта фундамента

Критерием сравнительной экономической эффективности проектных решений является минимум приведенных затрат, которые определяются с учетом себестоимости работ капитальных вложений в базу строительства, трудоемкости, продолжительности возведения фундаментов и затраты материалов.

При выборе основного вида необходимо сравнивать только объем основных материалов и стоимость устройства.

Фундаменты мелкого заложения:

Объем бетона:

$$V=2,4 \cdot 1,8 \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 1,8 \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 0,6 \cdot 0,3 = 2,16 \text{ м}^3$$

Итого: $V=2,16 \text{ м}^3$

Сметная стоимость устройства:

$$CC=2,16 \cdot 15 \text{ тыс.руб/м}^3 + 2,16 \cdot 3 \cdot 0,3 \text{ тыс.руб. /м}^3 = 34,344 \text{ тыс.руб.}$$

Итого: $CC=34,344 \text{ тыс.руб.}$

Свайные фундаменты:

Объем бетона:

$$V=0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,55 + 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,6 + 0,3 \cdot 0,3 \cdot 12 = 2,35 \text{ м}^3$$

Итого: $V=2,35 \text{ м}^3$

Сметная стоимость устройства:

$$CC=2,35 \cdot 14,5 \text{ тыс.руб/м}^3 + 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,6 \cdot 15 \text{ тыс.руб/м}^3 +$$

$$+ 1,15 \cdot 1,2 \cdot 0,6 \cdot 0,3 \cdot 3 \text{ тыс.руб. /м}^3 = 41,23 \text{ тыс.руб.}$$

Итого: $CC=41,23 \text{ тыс.руб.}$

Вывод: Фундамент мелкого заложения более экономичен, его выбираем в качестве основного варианта.

5. Технология и организация строительства

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			ВКР-2069059-08.04.01-151125-17						
Изм.	Кол.у	Лис	№	Подпис	Дат				

5.1 Определение объемов работ

Объемы работ в соответствующих единицах измерения подсчитаны по рабочим чертежам согласно правилам соответствующих глав СНиП и видов работ по ЕНиР. При определении объемов работ использованы данные сметной документации (см. раздел 5 «Экономика строительства»). См. данные чертежа календарного плана.

5.2. Определение потребности в машинах, механизмах и средствах малой механизации

Подбор основного монтажного крана

Подбор параметров основного монтажного крана ведется для самого тяжелого и наиболее удаленного элемента каркаса от стоянки монтажного крана.

Таким элементом является стропильная ферма пролетом 36м.

Наибольший вес монтируемого элемента $Q=5450,32$ кг – вес стропильной стальной фермы покрытия, пролётом 36 м.

Высота подъема крюка:

Высота подъёма крюка определяется по формуле:

$$H_{кр} = h_0 + h_э + h_з + h_{стр}$$

h_0 - отметка монтажного уровня (от основания крана);

$h_э$ - высота стропильной фермы;

$h_з$ - запас по высоте;

$h_{стр}$ - высота грузозахватных устройств;

Определим min:

$$H_{кр} = 18 + 3,2 + 0,5 + 3,6 = 25,3 \text{ м}$$

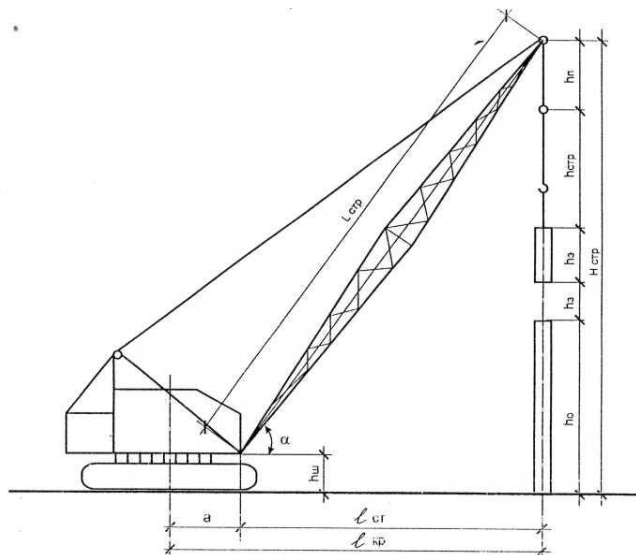


Рис. 53 К расчету высоты подъема крюка

Длина стрелы:

$$L_{стр} = \frac{H_{стр} - h_{ш}}{\sin \alpha} = 25,3 - 1,5 / 0,966 = 24,64$$

где $h_{ш}$ – высота опорного шарнира стрелы над уровнем стоянки крана, принимают 1,5 - 2,5 м с последующим уточнением для выбранного крана. Поскольку вылет стрелы принят минимальным, угол α занимают 75° , тогда $\sin \alpha = 0,966$.

Требуемая ГП крана

$$G^{mp} = P_{груза} + P_{осн}$$

$P_{груза} = 5,45$ т-вес стропильной фермы

$P_{осн} = 1,75$ т-вес траверсы (ПИ Промстальконструкция, 15946Р-11).

$$G^{mp} = 5,45 + 1,75 = 7,2 \text{ т}$$

При организации СМР на данной строительной площадке, желательно осуществить монтаж всех элементов одним краном. Для выбора оптимального варианта необходимо знать также монтажные параметры возводимого здания - необходимую ширину охвата здания стрелой крана. Т.к. ширина здания составляет $72,90$ м – необходимо, чтобы вылет стрелы был $\min = 40$ м.

По требуемым параметрам подбираем монтажный кран *МКТ-100*.

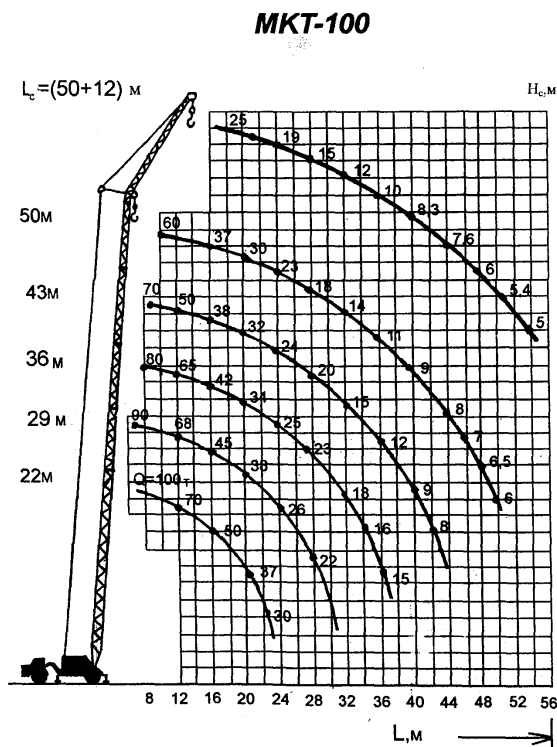


Рис. 54 Характеристики крана МКТ-100

Потребность в машинах, механизмах и средствах малой механизации определена на основании объемов работ и сроков их выполнения в соответствии с принятыми методами производства работ. Определение необходимого количества механизмов по виду работ проведено по формуле:

$$M = Q / n_c \cdot T_c \cdot K$$

где: Q – объем механизированной работы;

n_c – сменная выработка механизма

T_c – рабочее время в сменах

K – количество рабочих смен в день, режим работы

Необходимое количество транспорта определяется на основе производительности перевозок по формуле:

$$N = Q t_u / T q k_1 k_2 k_3$$

где: Q – общее количество груза, перевозимого за расчетный период;

t_u – продолжительность одного рейса, час;

T – продолжительность расчетного периода, час;

q – грузоподъемность транспортной единицы, т;

k_1 – коэффициент использования грузоподъемности транспорта

(для железобетонных конструкций $k_1 = 1,0$);

k_2 - коэффициент использования машин по скорости 0,8;

k_3 - коэффициент использования машин по времени 0,85.

Ведомость потребности в строительных машинах и
средствах малой механизации по объекту

Таблица 16

№	Наименование машин, механизир. инструмента, тип, марка	Характеристики машин	Кол- во
1	Бульдозер ДЗ-18	На базе Т-100	1
2	Кран МКТ-100	Г/п – 100 т	1
3	Самосвал КАМАЗ-5511	г/п 8 т	2
4	Универсальный раздвижной полуприцеп УПП-1212 на базе МАЗ-504А	г/п 12 т	2
5	Седельный тягач МАЗ-504А с полуприцепом – фермовозом УПФ-1218	г/п 12 т	2
6	АГП-28	Вылет стрелы 28 м	1
7	Автобетононасос БС-126	65 м ³ /ч	2
8	Автобетоносмеситель СБ-92В-2	V=5 м ³	2
9	Машина для нанесения битумных мастик СО-122А	0,8кВт	1
10	Вибратор поверхностный ИВ-91А	0,6 кВт	8
11	Устройство для затирки цементной стяжки СО-89	40-50 м ³ /час	12
12	Штукатурно-затирочная машина СО-86А	50 м ³ /час	12
13	Краскопульт электрический СО-61	250м ² /час	12
14	Экскаватор ЭО-3311	V _к =0,5м ³	1
15	Эл.трамбовки ИЭ-4505А	ИЭ-4505А	1
16	Установки для сварки ручной ЭРЭГ-1	Расход материала 0,6кг/мин, 0,4кВт	2
17	Вибратор глубинный	0,6кВт	8
18	Растворонасосы СО-49	4м ³ /ч	4
19	Компрессор СО-170	60м ³ /ч	3

5.3. Проектирование стройгенплана

Назначение стройгенплана - создание безопасных условий для рабочих при выполнении ими работ, обеспечение в полном объеме необходимыми санитарно-бытовыми условиями. Кроме того, стройгенплан обеспечивает удобство подвоза, складирования и подачи на рабочее место всех материалов и конструкций.

При проектировании стройгенплана приняты следующие условия:

1. От возможного подтопления дождевыми и талыми водами, участок с нагорной стороны ограждён вал-канавой, для сбора и отвода этих вод за пределы площадки.

2. В соответствии со СНиП участок ограждён профнастилом на столбах высотой два метра при расстоянии 4 метра друг от друга. Въезд и выезд со строительной площадки ограждён шлагбаумом.

3. Временные дороги выполнены грунтовыми, ширина проезжей части 6 м, в местах разгрузки приняты уширения дороги, радиус закругления дорог 18м.

Площадки под складирование выровнены и уплотнены.

Временная электросеть запроектирована из изолированных проводов на столбах высотой 8м. Для обеспечения расстояния 6м от земли до проводов.

6. В качестве освещения дорог и площадок приняты прожекторы. Прожекторы устанавливаются на столбах. В опасной зоне принята кабельная прокладка.

7. Временный водопровод запроектирован по поверхности земли с предохранением труб от повреждений в местах пересечения автодорог специальными стальными кожухами.

8. В качестве временных сан. бытовых помещений приняты вагончики.

9. Бытовые помещения, строящийся объект обеспечивается средствами пожаротушения. На постоянной сети устанавливается пожарный гидрант.

5.3.1. Расчет потребности во временных зданиях, сооружениях и складах

Расчет потребности во временных зданиях и сооружениях ведется на максимальное количество работающих в смену (по графику движения рабочих), а также дополнительно 12% ИТР, служащих и работников охраны.

При расчете следует руководствоваться нормами проектирования вспомогательных зданий и сооружений. Наиболее целесообразно применение унифицированных мобильных временных зданий и сооружений на базе различных серий, охватывающих практически всю номенклатуру потребных зданий по назначению.

Расчет потребности во временных зданиях и сооружениях

Таблица 17

№	Наименование	Конструктивная хар-ка	Ед. изм	Кол. рабочих	Норма м ² на ед. изм	Площадь, м ²	Размеры в плане, м
1	Проходная	Дерев. строение	м ²	110	8-10	10	2х5 (2 шт)
2	Кантора	Передв. вагон	м ²	6	4	24	9х3 УТС 420-01
3	Комната дежурного медперсонала	Передв. вагон	м ²	1	12	12	6х3 УТС 420-02
4	Гардероб	Передв. вагон	м ²	110	0,5	55	9х3 УТС 420-01-6 (2 шт)
5	Помещения для сушки одежды, обогрева рабочих, принятия пищи, отдыха	Передв. вагон	м ²	110	1,5	165	9х3 УТС 420-01-13 (6 шт)
6	Душевые	Передв. вагон	м ²	110	3-12 чел. на 1 сетку; 3м ² на сетку	25	9х3 УТС 420-01-06
7	Умывальные	Передв. вагон	м ²	110	0,3-0,4	30	5х3 УТС 420-01-06 (2шт)
8	Уборные	Передв. вагон	м ²	110	0,2	20	5х3 УТС 420-4-23(2шт)
9	Кладовая (склад мелких изделий, инвентаря)	Передв. вагон				Не менее 25 м ²	9х3 УТС 420-04
10	Временные ремонтные мастерские	Передв. вагон				Не менее 20 м ²	9х3 УТС 420-04

Площади складов строительных материалов, деталей и полуфабрикатов определяются согласно потребности в этих ресурсах на основании их норм запаса и норм складирования на 1м² склада.

Запас материалов и прочих ресурсов рассчитывается по формуле:

$$Q_3 = Q/T \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2$$

где: Q - общая потребность соответствующих ресурсов;

T - период расходования ресурсов;

n - норма запаса ресурсов в днях;

k_1 - коэфф. неравномерности поступления ресурсов;

k_2 - коэфф. неравномерности расходования ресурсов.

Расчетная площадь склада определяется:

$$F = Q_3/q_o \cdot k$$

где: q_o - норма складирования ресурсов на 1 м² площади склада;

k - коэфф. использования площади склада.

Расчет площадей складов

Таблица 18

№	Наименование ресурсов	Ед. изм.	Общ. погр. Q	Период рас-ход-я T	Су-точ-ный рас-ход	Расчет запаса мат-ов		Расчет пл. складов		Способ хранения
						Норма запаса, q	Запас ресурсов, Qз	Норма скл.	Расч. площ. скл., м ²	
1	Песок	м ³	208,2	294	7,7	8	11,4	4,3	1,9	Штабель открытый
2	Арматура	т	794	306	2,6	8	11,4	1,2	24,7	Штабель открытый
3	Кирпич	1000 шт	552,88	180	3,07	3	4,3	2,5	5,3	Штабель открытый
4	Металлоконструкции	т	101	9	11	8	11,4	3,3	38,9	Штабель на прокладках
5	Балки фундаментные	м ³	70	11	6,4	8	11,4	2,5	29,2	Штабель открытый
6	Блоки фундаментные	т	149	16	29,3	8	11,4	1	106,5	Штабель открытый
7	Оконные переплеты	м ²	192	13	15	8	11,4	45	3,8	Под навес
8	Полотна дверные	м ²	1235	17	73	8	11,4	44	19	Под навес
								Итого:	206,8 22,8	Открытый Под навес

Фактическая складская площадь открытой площадки $S_{\phi}=216 \text{ м}^2$.

Фактическая складская площадь закрытой площадки $S_{\phi}=54 \text{ м}^2$.

5.3.2. Расчет потребности строительства в воде, электроэнергии

1. определение места потребления ресурсов;
2. расчет количества их потребления;
3. подбор источников их получения;
4. проектирование расположения этих коммуникаций;
5. расчет их диаметра, сечения.

Расчет потребности в этих ресурсах ведется на период их максимального потребления, который определяется в соответствии с календарным планом (сетевым графиком) производства работ. Расчет потребности в воде производим на период ее максимального потребления, т.е. на период возведения железобетонного каркаса. Расчет потребности в воде и электроэнергии производим на период максимального потребления.

Расчетный расход воды Q_p определяется:

$$Q_p = q_{np} + q_x + q_d + q_{пож}$$

где:

q_{np} - расход воды на производственные нужды;

q_x - расход воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды;

q_d - расход на душ;

$q_{пож.}$ - расход на пожарные нужды.

$$q_{np} = (A \alpha k) / n 3600$$

$$q_x = (b N k) / n 3600$$

$$q_d = (c N) / m 60$$

где: α - удельный расход воды на ед. работ, установки;

k - коэффициент часовой неравномерности расхода воды;

n - число рабочих в смену;

b - норма расхода воды

N - максимальное количество работающих в смену;

C - норма расхода воды на одного принимающего душ;

m - время работы душевой установки, 45 мин;

A - количество ед. объема работ в смену; установок, транспорта.

Диаметр трубы для временного трубопровода

$$D = \sqrt{(4 Q_p 1000 / \pi V)}$$

где: V -скорость движения воды в трубе, равная $1,5$ м/сек.

Расход воды на производственные нужды рассчитываем для проливки бетона и кирпичной кладки.

$$q_{np1}=(4 \cdot 12 \cdot 1,5 \cdot 1,2)/8 \cdot 3600= 0,003 \text{ л/сек}$$

$$q_{np2}=(4 \cdot 480 \cdot 1,5 \cdot 1,2)/8 \cdot 3600= 0,12 \text{ л/сек}$$

$$q_{np3}=(12 \cdot 625 \cdot 1,5 \cdot 1,2)/8 \cdot 3600= 0,47 \text{ л/сек}$$

$$q_{np}=0,003+0,12+0,47=0,593$$

$$q_x=(10 \cdot 100)1,5/8 \cdot 3600= 0,052 \text{ л/сек}$$

$$q_o=(30 \cdot 90)/45 \cdot 60 = 1,1 \text{ л/сек}$$

$$Q_p= 0,593+ 0,052 + 1,1 + 10 = 11,75 \text{ л/сек}$$

$$D = \sqrt{(4 \cdot 11,75 \cdot 1000/\pi)1,5} = 99,89 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр трубы 100 мм.

Потребная мощность источников электроэнергии P , кВт определяется по формуле:

$$P = 1,1 (\Sigma P_c \cdot K_1/\cos\varphi + \Sigma P_m \cdot K_2/\cos\varphi + P_{во} \cdot K_3 + P_{но} \cdot K_4)$$

где $1,1$ - коэфф.,учитывающий потери мощности в сети;

ΣP_c , ΣP_m , $P_{во}$, $P_{но}$ -номинальная мощность силовых токоприемников потребителей, внутренних и наружных осветительных агрегатов, кВт;

K_1 , K_2 , K_3 , K_4 - коэфф. одновременности потребления электроэнергии $0,75$ - $1,0$;

$\cos\varphi$ - коэфф. мощности, в среднем $0,75$

ΣP_c -номинальная мощность силовых токоприемников потребителей, кВт;

ΣP_m – средства малой механизации;

$\Sigma P_{во}$ – освещение временных зданий, кВт;

$\Sigma P_{но}$ – мощность наружных осветительных агрегатов, кВт

$$P = 1,1 (15,75 \cdot 0,75/0,75+ 25,46 \cdot 0,75/0,75 + 72,98 \cdot 0,75) = 95,9 \text{ кВт}$$

Принята передвижная трансформаторная подстанция $КТПН-72М-150$ мощностью 150 кВт.

5.4. Проектирование поточного метода организации строительства.

Наиболее эффективный метод строительства - поточный метод. Поточный метод производства работ является методом научной организации строительного производства, основанным на единообразии технологических схем процесса строительства и непрерывности производства работ.

По данным, имеющимся в разделе 5 «Экономика строительства», построен календарный план возведения объекта.

5.5 Техничко-экономические показатели

Эффективность принятых организационных решений оценивается технико-экономическими показателями.

1. Продолжительность строительства фактическая (в сопоставлении с нормативной)

$$T_{\Phi} < T_{H}$$

$$T_{\Phi} = 25 \text{ мес} < T_{H} = 29 \text{ мес.}$$

2. Коэффициент равномерности движения рабочих по общестроительным работам

$$K_p = \frac{\text{максимальное количество рабочих по графику, чел.}}{\text{среднее количество рабочих по графику, чел.}} = 110/88 = 1,34$$

3. Коэффициент совмещения строительных процессов во времени
суммарная продолжительность выполнения всех

$$K_c = \frac{\text{строительных процессов при последовательном их выполнении}}{\text{продолжительность строительства фактическая}} = \frac{858}{550} = 1,56$$

4. Трудоемкость в чел.-см. на 1 м³, 1 м² здания

$$T_p = \frac{\text{общая трудоемкость}}{\text{площадь здания}} = 45120,15/17006,10 = 2,65 \text{ чел.см./1 м}^2 \text{ здания}$$

$$T_p = \frac{\text{общая трудоемкость}}{\text{строительный объем здания}} = 45120,15/15330,60 = 0,29 \text{ чел.см./1 м}^3 \text{ здания.}$$

5. Коэффициент использования площади

$$К.И.П. = \frac{\text{площадь, занятая зданиями, сооружениями, складами}}{\text{общая площадь по стройгенплану}} = 6966/40119 = 0,17$$

6. Уровень комплексной механизации

$$МК = \frac{\text{комплексный механизированный объем работ на объекте, маш.см}}{\text{объем работ, чел-дн.}} = 2727,38/45120,15 = 0,06$$

5.6 Технологическая карта на монтаж покрытия в осях «2/1-21» / «К-С»

Область применения

Для перекрытия пролетов 36 и более метров чаще всего применяют металлические фермы. Такие конструкции большого пролета используют при строительстве вокзалов, спортивных залов, промышленных зданий и т.д.

Рабочие технологические карты рассматриваются и утверждаются в составе ППР руководителем Генеральной подрядной строительно-монтажной организации, по согласованию с организацией Заказчика, Технического надзора Заказчика и организациями, в ведении которых будет находиться эксплуатация данного сооружения.

До начала работ необходимо: выверить и закрепить колонны; вывести на монтажный горизонт все базовые оси. Данная технологическая карта разрабатывается на монтаж покрытия в осях «2/1-21» / «К-С» с помощью монтажного крана МКТ-100.

2. Состав комплексного технологического процесса по операциям:

- Доставка и разгрузка элементов, а также складирование их в зоне монтажа;
- Подготовка основания мест установки конструкций;
- Укрупнительная сборка фермы;
- Установка фермы;
- Установка связей и прогонов;
- Устройство профилированного листа;

2.1. Доставка конструкций

Вид продукции: доставка на строительную площадку и складирование ферм, прогонов, связей, профилированного листа в зоне действия крана в нужном количестве.

1. Входной (приемочный) контроль (отв. мастер).

Проверяется: наличие марок на элементах, наличие паспорта; соответствие рабочим чертежам геометрических размеров конструкции; наличие на конструкции отметки о ее массе; наличие видимых дефектов конструкции, их целостность; наличие отклонений от геометрической формы; наличие знаков, указывающих на правильность положения элементов во время разгрузки и монтажа.

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

2. Операционный контроль (отв. мастер).

Складирование ферм производят вертикально в кассеты или наклонно в пирамиды. Разгрузка ферм на объекте, раскладка и установка производится обычно автокраном в ходе действия монтажного крана.

3. Выходной контроль (отв. мастер).

Проверяется правильность складирования ферм. Результаты выходного контроля оформляются Актом и заносятся в Журнал учета входного контроля материалов и конструкций.

2.2. Подготовка основания

Поверхность основания под установку конструкций должна быть очищена от загрязнения. Металлические детали должны быть обезжирены, очищены от коррозии.

На опорных площадках под установку конструкций должны быть нанесены разбивочные оси (риски), фиксирующие центры опорных сторон конструкций.

2.3. Укрупнительная сборка фермы

Укрупнительную сборку составных металлических ферм из двух полуферм ведут в вертикальном положении на специальном передвижном стенде: полуфермы в месте их стыкования закрепляют в кондукторе, а нижним поясом устанавливают на роликовые опоры. С помощью стяжного болта полуфермы сближают друг с другом настолько, чтобы между ними не

образовывался зазор. После этого полуфермы рихтуют регулировочными винтами и закрепляют на роликовых опорах. Опорные ролики могут быть подняты или опущены, благодаря чему ферме можно придать проектное положение. На верхний пояс фермы надевают струбцину, зажимающую концы обеих частей. На струбцине имеются 4 расчалки, закрепляемые на раме кондуктора. Между кондуктором и опорными узлами ферм устанавливают роликовые опоры, обеспечивающие свободное передвижение элементов. После сварки узлов ферму освобождают от кондуктора.

2.4. Монтаж конструкций

Установка ферм

Операции: строповка, разворот поперек пролета, закрепление распорки или расчалок. Перед установкой ферм тщательно проверяют качество опорных поверхностей, их высотные отметки. По сигналу звеньевых машинист крана поднимает ферму со стеллажа. Первую установленную ферму временно прикрепляют расчалками к неподвижному якорю; вторую и последующие одной или двумя распорками к установленной и закрепленной первой ферме.

Когда ферма поднята на 0,5-0,7м над верхом колонны, подъем прекращают. Ферму за оттяжку удерживают на месте два монтажника. Два других поднимаются на площадку лестницы АГП-28 . При опускании фермы на место они контролируют правильность опускания и при необходимости направляют ферму. Правильность установки фермы контролируют по совмещению рисок на ферме и колоннах.

После подъема, установки и выверки первую ферму раскрепляют расчалками, которые закрепляют за колонны. Остальные фермы временно раскрепляют, соединяя друг с другом распорками. После установки первой пары ферм устраивают горизонтальные и вертикальные связи по верхнему и нижнему поясу для создания начальной жесткой системы. После проверки положения конструкций сварщик вместе с одним из монтажников сваривает закладные детали.

**Основные данные для осуществления монтажа покрытий в осях
«2/1-21»/ «К-С»**

Основные конструкции, материалы и полуфабрикаты

Таблица 19

Наименование	Марка	Ед. изм.	Количество
Стропильная ферма	ФС-36 1/2	шт.	28
Прогоны	П-1	шт.	156
Связи и распорки		т	10,46
Профилированный настил	К-57	100 м ²	28,05

Машины и механизмы

Таблица 20

Наименование	Тип	Марка	Кол.	Характеристика	Назначение
Монтажный кран	Стреловой	МКТ-100	1	Г/п - 100т. Вылет стрелы 8-54м.	Выгрузка, складирование и подача материалов
Автомобиль	Седельный тягач	МАЗ 504А	4	180 л.с.	
Полуприцеп-фермовоз	Касетно-ферменный	УПФ-1218	2	Г/п 10,57т. Размер касеты 18600х850 мм	Доставка материалов
Универсальный прицеп	Раздвижной	УПР-1212	2	Г/п 12т. Габариты 12460х2500х2790 мм	Доставка материалов
Гидроподъемник на базе ЗИЛ-133	Вышка	АГП-28	1	Г/п 300 кг. Высота подъема 28м	

Состав бригады

Таблица 21

Номер звена	Состав звена	Кол-во	Перечень работ
1	Машинист крана 6 разр., такелажник 6 разр.	1 2	-Выгрузка и складирование элементов покрытия
2	Монтажник 6 разр., 4 разр., 3 разр., машинист крана 6 разр.,	2 2 1 1	-Укрупненная сборка ферм, -подготовка ферм к монтажу, -установка и закрепление в проектное положение, -раскрепление ферм пространственными связями, -установка в проектное положение и закрепление прогонов, проф.настила

Калькуляция трудовых затрат

Таблица 22

Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	Т/з чел-ч всего	Т/з маш-ч всего
ФЕР 09-03 -012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм	т	76,31	1948,19	321,22
ФЕР 09-03 -014-01	Монтаж связей и распорок	т	10,46	661,9	39,96
ФЕР 09-03 -015-01	Монтаж прогонов	т	24,31	383,87	37,93
ФЕР 09-03 -002-01	Монтаж кровельного покрытия из проф.настила	100 м ²	28,05	995,87	73,21
Итого:			139,13	3989,83	472,32

График трудового процесса на монтаж конструкций покрытия

Таблица 23

Операции	Время, мин								Про долж. мин	З/т чел- мин.
	100	200	300	400	500	600	700	800		
Укрупнительная сборка ферм	— М6								230	1380
	— М6									
	— М4									
	— М4									
	— М3									
	— М3									
Монтаж 1 ферма	— М6								45	270
	— М6									
	— М4									
	— М4									
	— М3									
	— М3									
Крепление фермы к опорным стойкам	— М6								40	240
	— М6									
	— М4									
	— М4									
	— М3									
	— М3									
Монтаж 2 фермы	— М6								95	510
	— М6									
	— М4									
	— М4									
	— М3									
	— М3									
Раскрепление ферм связями	— М6								160	946
	— М6									
	— М4									
	— М4									
	— М3									
	— М3									
Установка и крепление прогонов	— М6								91	549
	— М6									
	— М4									
	— М4									
	— М3									
	— М3									
Устройство профилирован- ных листов	— М6								157	944
	— М6									
	— М4									
	— М4									
	— М3									
	— М3									
Итого:								818	4839	
М6 - машинист крана 6 раз.; М6 - монтажник 6 раз.; М4 - монтажник 4 раз.; М3 - монтажник 3 раз.										

Таблица нормативных допусков СНиП 3.03.01-87

Таблица 24

№ п/п	Параметр отклонения	Предельное отклонение, мм
Допускаемые отклонения от проектного положения ферм		
1	Отметки опорных узлов	± 10
2	Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков пояса фермы	0,0013 длины закрепленных участков, но не более 15
3	Расстояния между осями ферм по верхним поясам между точками закрепления	± 15
4	Смещение ферм, с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15
Допускаемые отклонения от проектного положения прогонов		
5	Расстояния между прогонами	5
Допускаемые отклонения профилированного настила		
6	Отклонения положения центров высокопрочных дюбелей, самонарезающих болтов и винтов	5
7	Отклонение длины опирания настила на прогоны в местах поперечных стыков	0;-5

5.7 Техника безопасности и охрана труда

При производстве монтажных работ следует руководствоваться действующими нормативными документами:

- СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
- СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

Ответственность за выполнение мероприятий по технике безопасности, охране труда, промсанитарии, пожарной и экологической безопасности возлагается на руководителей работ, назначенных приказом.

Распоряжения и указания ответственного лица являются обязательными для всех работающих на объекте.

Монтаж ферм должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа конструкций. Работы по монтажу конструкций разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации.

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

Для безопасного выполнения монтажных работ кранами их владелец и организация, производящая работы, обязаны обеспечить соблюдение следующих требований:

а) на месте производства работ по монтажу конструкций, а также на кране не должно допускаться нахождение лиц, не имеющих прямого отношения к производимой работе;

б) строительно-монтажные работы должны выполняться по проекту производства работ.

Технико-экономические показатели

1. Затраты труда рабочих на весь объем работ

$$З/Т = 3989,83 \text{ чел-час.}$$

2. Затраты труда на 1 т конструкций покрытия

$$ЗТ_{1т} = ЗТ / \text{объем работ} = 3989,83 / 139,13 = 28,68 \text{ чел-ч}$$

3. Выработка на одного рабочего в смену

$$В = \text{объем работ} / ЗТ \text{ чел.-дн} = 139,13 / 498,73 = 0,28$$

6. Экономика строительства

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Кол.у	Лис	№	Подпис	Дат	ВКР-2069059-08.04.01-151125-17			123

6.1. Маркетинговые исследования

В настоящее время организациями разрабатываются много новых, интересных проектов, но лишь немногие из них после тщательного анализа могут быть воплощены в жизнь.

В условиях рыночной экономики и конкурентной борьбы для успешного осуществления проекта организации должны оценить актуальность и значимость проекта, не только на сегодняшний день, но и в будущем, а также его соответствие требованиям рынка, потребителя и предлагаемую эффективность. Поэтому становится важным проведение предварительных маркетинговых исследований.

Потребность в строительстве данного объекта диктует современное развитие спорта в нашей стране. Таким сооружением является спортивно-зрелищный комплекс в г.Пензе. Данный объект социально-значимый, он помогает выполнить президентскую программу по улучшению здоровья населения России.

Спортивно-зрелищный комплекс предполагается возвести по ул. Фонтанной микрорайона Спутник, г. Пензы. Комплекс предназначен для проведения тренировок, сборов и соревнований самого высокого уровня. Его общая площадь составит 20 тысяч квадратных метров. Здание функционально поделено на две зоны: зрелищно-спортивную и учебно-тренировочную. В зале размещены трибуны на 1 тыс. 200 мест, а также 22 места для инвалидов-колясочников.

Спортивно-зрелищный комплекс г. Пензе
(наименование стройки)

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 02-01-001
(локальная смета)

на Общестроительные работы
 Основание: рабочие чертежи
 Сметная стоимость строительных работ 43599,372 тыс. руб.
 Средства на оплату труда 3692,304 тыс. руб.
 Сметная трудоемкость 381547,6 чел. час

Составлен(а) в базисных ценах по состоянию на 2001г.

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.			Т/з осн. раб. на ед.	Т/з осн. раб. Все го	Т/з мех. на ед.	Т/з мех. Все го		
					Всего	В том числе		Всего	В том числе							
						Осн. З/п	Эк. Маш.		З/п Мех.	Осн. З/п					Эк. Маш.	З/п Мех.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Раздел 1. Земляные работы																
1	ФЕР01-01-036-02 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Планировка площадей бульдозерами мощностью: 79 кВт (108 л.с.)	1000 м ²	6,327 <i>6327/1000</i>	20		20	3,6	126,54		126,54	22,78	-	-	0,25	1,58
2	ФЕР01-01-013-14 <i>Изм. Пр. Минрегиона №81 от 27.02.10</i>	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью: 0,5 (0,5-0,63) м ³ , группа грунтов 2	1000 м ³ грунта	16,458 <i>16458/1000</i>	4277,26	117,62	4155,3	598,03	70395,15	1935,79	68387,93	9842,38	15,08	248,19	43,62	717,9

3	ФЕР01-01-003-08 Изм. Пр. Минрегиона №81 от 27.02.10	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью: 0,65 (0,5-1) м3, группа грунтов 2	1000 м3 грунта	8,931 8931/1000	2943,93	81,74	2862,19	307,4	26292,24	730,02	25562,22	2745,39	10,48	93,6	22,77	203,36
4	ФЕР01-02-063-02 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Разработка грунта в траншеях и котлованах глубиной более 3 м вручную с подъемом краном при наличии креплений, группа грунтов: 2	1000 м3 грунта	4,82 482/100	4882,52	2401,88	2480,64	917,47	23533,75	11577,06	11956,69	4422,21	281,58	1357,22	91,2	439,58
5	ФЕР01-02-005-01 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1-2	100 м3 уплотненно го грунта	70,7 7070/100	417,61	106,88	310,73	30,58	29525,03	7556,42	21968,61	2162,01	12,53	885,87	3,04	214,93
6	ФЕР01-01-087-02 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 303 кВт (410 л.с.), группа грунтов 2	1000 м3 грунта	5,514 5514/1000	325,05		325,05	19,62	1792,33		1792,33	108,18			1,1	6,07
7	ФЕР01-02-061-02 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, группа грунтов: 2	100 м3 грунта	6,12 612/100	729	729			4461,48	4461,48			97,2	594,86		

Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.	156126,52	26260,77	129794,3	19302,95		3179,74		1583,42
Накладные расходы	40216,42							
Сметная прибыль	21758,83							
Итого по разделу 1 Земляные работы :								
Земляные работы, выполняемые механизированным способом	164530,6					1227,66		1143,84
Земляные работы, выполняемые ручным способом	53571,17					1952,08		439,58
Итого	218101,77					3179,74		1583,42
В том числе:								
Материалы	71,43							
Машины и механизмы	129794,32							
ФОТ	45563,72							
Накладные расходы	40216,42							
Сметная прибыль	21758,83							
Итого по разделу 1 Земляные работы	218101,77					3179,74		1583,42

Раздел 2. Фундаменты

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	ФЕР11-01-002-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство подстилающих слоев: песчаных	1 м3 подстилающего слоя	87,64 <i>876,4*0,1</i>	125,58	29,46	29,44	3,02	11005,83	2581,87	2580,12	264,67	3,41	298,85	0,3	26,29
9	ФЕР06-01-001-06 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство железобетонных фундаментов в общего назначения под колонны объемом: до 5 м3	100 м3 бетона, бугобетона и железобетона в деле	2,944 <i>294,4/100</i>	98010,05	5203,81	2389,02	350,23	288541,59	15320,02	7033,27	1031,08	610,06	1796,02	26,02	76,6

10	ФЕР07-01-001-15 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Укладка балок фундаментн ых длиной: до 6 м	100 шт. сборных конструкци й	0,98 <i>98/100</i>	10428,97	3912,75	3911,25	444,69	10220,39	3834,5	3833,03	435,8	416,25	407,93	32,94	32,28
11	ФССЦ-403-8459 <i>Пр. Минрегиона от</i> <i>04.03.10 №94</i>	Балки фундаментн ые ФБ 6-18 /бетон В20 (М300), объем 0,71 м3, расход ар-ры 99,00 кг/ (серия 1.415-1 вып.1)	шт.	98	1482,16				145251,68							
12	ФЕР06-01-034-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство фундаментн ых балок	100 м3 железобето на в деле	0,737 <i>73,7/100</i>	151640,89	11309,76	6581,93	803,81	111759,34	8335,29	4850,88	592,41	1309	964,73	59,63	43,95
13	ФЕР07-01-001-02 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Укладка блоков и плит ленточных фундаменто в при глубине котлована до 4 м, масса конструкций : до 1,5 т	100 шт. сборных конструкци й	4,68 <i>(361+107)/10</i> <i>0</i>	5413,59	811,4	3386,47	411,38	25335,6	3797,35	15848,68	1925,26	91,58	428,59	31,26	146,3

14	ФССЦ-403-8008 <i>Пр. Минрегиона №308 от 28.07.09</i>	Блоки бетонные стен подвалов сплошные (ГОСТ13579 -78) ФБС12- 4-6-Т /бетон В7,5 (М100), объем 0,265 м3, расход арматуры 1,46 кг/	шт.	361	164,3				59312,3							
15	ФССЦ-403-1635 <i>Пр. Минрегиона №308 от 28.07.09</i>	Блоки бетонные для стен подвалов на цементном вяжущем сплошные М 100, объемом 0,5 м3 и более: марка изделия ФБС 24.4.6	м3	53,5 107*0,5	1050,21				56186,24							
16	ФЕР11-01-004-01 <i>В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ</i>	Устройство гидроизоляц ии оклеечной рулонными материалам и: на мастике Битуминоль, первый слой	100 м2 изолиру емой поверх ности	11,36 1136/100	2750,72	520,45	321,32	4,52	31248,18	5912,31	3650,2	51,35	46,18	524,6	0,39	4,43

17	ФЕР11-01-004-05 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Устройство гидроизоляции и обмазочной: в один слой толщиной 2 мм	100 м2 изолируемой поверхности	19,345 1934,5/100	1150,24	295,05	162,57	2,09	22251,39	5707,74	3144,92	40,43	26,97	521,73	0,18	3,48
18	ФЕР08-01-003-04 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Гидроизоляция стен, фундамента в: боковая цементная с жидким стеклом	100 м2 изолируемой поверхности	10,107 1010,7/100	2378,93	815,18	34,87		24043,85	8239,02	352,43		88,8	897,5		
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									785156,39	53728,1	41293,5 3	4341		5839,95		333,33
Накладные расходы									67491,92							
Сметная прибыль									42435,19							
Итого по разделу 2 Фундаменты :																
Полы									93330,98					1345,18		34,2
Бетонные и железобетонные монолитные конструкции в промышленном строительстве									443274,89					2760,75		120,55
Бетонные и железобетонные сборные конструкции в промышленном строительстве									317790,96					836,52		178,58
Конструкции из кирпича и блоков									40686,67					897,5		
Итого									895083,5					5839,95		333,33
В том числе:																
Материалы									690134,76							
Машины и механизмы									41293,53							
ФОТ									58069,1							
Накладные расходы									67491,92							
Сметная прибыль									42435,19							
Итого по разделу 2 Фундаменты									895083,5					5839,95		333,33

Раздел 3. Каркас

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
19	ФЕР06-01-027-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство колонн гражданских зданий в металлической опалубке	100 м3 железобетона в деле	10,6092 <i>1060,92/100</i>	245767,61	13416,07	47799,87	7410,02	2607397,73	142333,8	507118,4	78614,38	1479,17	15692,81	548,89	5823,28
20	ФССЦ-101-2611 <i>Пр. Минрегиона №308 от 28.07.09</i>	Опалубка металлическая	т	3	3938,2				11814,6							
21	ФЕР06-01-034-03 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство балок для перекрытий, подкрановых и обвязочных на высоте от опорной площадки: до 6 м при высоте балок до 800 мм	100 м3 железобетона в деле	9,998 <i>(78+59+116+125+231+109+109+172,8)/100</i>	197733,76	12438,14	9094,26	1035,49	1976942,13	124356,5	90924,41	10352,83	1439,6	14393,12	76,76	767,45
22	ФЕР06-01-041-03 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство перекрытий безбалочных толщиной: более 200 мм на высоте от опорной площади до 6 м	100 м3 в деле	32,339 <i>(304+264+329+329+660+265+265+817,9)/100</i>	128557,14	5862,24	2257,02	330,44	4157409,35	189579	72989,77	10686,1	678,5	21942,01	24,55	793,92

23	ФЕР09-03-012-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	1 т конструкций	87,205	713,15	229	573,13	56,88	62190,36	15909,37	39817,2	3951,64	25,53	1773,65	4,21	292,48
24	Прайс-лист	Ферма стропильная ФС-1	т	87,205	64 571,62				5 630 968,12							
25	ФЕР09-03-015-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	1 т конструкций	24,311 24311/1000	508,12	138	284,61	22,45	12352,91	3354,92	6919,15	545,78	15,79	383,87	1,56	37,93
26	ФССЦ-101-3692 <i>Пр. Минрегиона</i> <i>№308 от 28.07.09</i>	Швеллеры № 24 сталь марки Ст3пс	т	24,31	4600				111826							
27	ФЕР09-04-002-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Монтаж кровельного покрытия: из профилированного листа при высоте здания до 25 м	100 м2 покрытия	63,27 6327/100	944,74	310,27	480,51	37,43	59773,7	19630,78	30401,87	2368,2	35,5	2246,09	2,61	165,13
28	ФССЦ-101-4541 <i>Изм. Пр. Минрег.</i> <i>от 03.08.10 №359</i>	Профнастил оцинкованный ВН-45-900-0,8	м2	6327	83,32				527165,64							

29	ФЕР09-03-014-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнуто сварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	1 т конструкц ий	16,347 <i>16347/1000</i>	1262,6	553,07	477,18	51,76	20639,72	9041,04	7800,46	846,12	63,28	1034,44	3,82	62,45	
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									11214936,14	504205,4	755971,2	107365,1		57465,99		7942,64	
Накладные расходы									633801,78								
Сметная прибыль									408650,35								
Итого по разделу 3 Каркас :																	
Бетонные и железобетонные монолитные конструкции в промышленном строительстве									9698632,2					52027,94		7384,65	
Строительные металлические конструкции									2558756,07					5438,05		557,99	
Итого									12257388,27					57465,99		7942,64	
В том числе:																	
Материалы									9954759,52								
Машины и механизмы									755971,24								
ФОТ									611570,43								
Накладные расходы									633801,78								
Сметная прибыль									408650,35								
Итого по разделу 3 Каркас									12257388,27					57465,99		7942,64	

Раздел 4. Кровля

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
30	ФЕР12-01-014-02 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Утепление покрытий: керамзитом	1 м3 утеплителя	352,2 <i>3522*0,1</i>	225,58	23,71	30,17	3,83	79449,28	8350,66	10625,87	1348,93	3,04	1070,69	0,34	119,75
31	ФЕР11-01-011-01 <i>Пр.Минрегиона</i> <i>№339 от 13.07.11</i>	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм	100 м2 стяжки	63,27 <i>6327/100</i>	1485,02	313,71	44,24	14,7 3	93957,22	19848,43	2799,06	931,97	39,51	2499,8	1,27	80,35
32	ФЕР12-01-013-03 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Утепление покрытий плитами: из минеральной ваты или перлита на битумной мастике в один слой	100 м2 утепляемого покрытия	63,27 <i>6327/100</i>	4711,58	433,09	132,25	7,43	298101,67	27401,6	8367,46	470,1	45,54	2881,32	0,55	34,8
33	ФЕР12-01-002-08 <i>Изм. Пр.</i> <i>Минрегиона №81</i> <i>от 27.02.10</i>	Устройство кровель плоских из наплавляемых материалов: в три слоя	100 м2 кровли	63,27 <i>6327/100</i>	14562,21	190,73	63,44	4,19	921351,03	12067,49	4013,85	265,1	20,29	1283,75	0,31	19,61
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									1392859,2	67668,18	25806,24	3016,1		7735,56		254,51
Накладные расходы									85444,55							
Сметная прибыль									48022,82							
Итого по разделу 4 Кровля :																
Кровли									1391224,16					5235,76		174,16
Полы									135102,41					2499,8		80,35
Итого									1526326,57					7735,56		254,51
В том числе:																
Материалы									1299384,78							
Машины и механизмы									25806,24							

ФОТ	70684,28															
Накладные расходы	85444,55															
Сметная прибыль	48022,82															
Итого по разделу 4 Кровля	1526326,57												7735,56			254,51

Раздел 5. Стены																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
34	ФЕР06-01-031-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 100 мм	100 м3 железобетона в деле	20,656 2065,6/100	198234,87	27769,6	17670,39	2486,88	4094739,47	573608,9	364999,6	51368,99	3177,3	65630,31	184,35	3807,93
35	ФЕР08-02-008-03 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Кладка наружных стен из камней керамических или силикатных: средней сложности при высоте этажа до 4 м	1 м3 кладки	135,89304 2,74*413,3*0,12	629,49	41,47	30,24	4,73	85543,31	5635,48	4109,41	642,77	4,8	652,29	0,35	47,56
36	ФЕР08-02-008-04 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Кладка наружных стен из камней керамических или силикатных: средней сложности при высоте этажа свыше	1 м3 кладки	337,2375 5,1*264,5*0,25	623,02	40,18	25,06	3,92	210105,71	13550,2	8451,17	1321,97	4,65	1568,15	0,29	97,8

		4 м														
37	ФЕР08-02-002-04 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Кладка перегородок из кирпича: армированные х толщиной в 1/2 кирпича при высоте этажа свыше 4 м	100 м2 перегородок (за вычетом проемов)	105,0447 2059,7*5,1/ 100	12037,98	1157,18	364,69	55,49	1264526	121555,6	38308,75	5828,93	135,66	14250,36	4,11	431,73
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									5654914,49	714350,2	415868,9	59162,66		82101,11		4385,02
Накладные расходы									837439,42							
Сметная прибыль									525063,58							
Итого по разделу 5 Стены :																
Бетонные и железобетонные монолитные конструкции в промышленном строительстве									5157201,81					65630,31		3807,93
Конструкции из кирпича и блоков									1860215,68					16470,8		577,09
Итого									7017417,49					82101,11		4385,02
В том числе:																
Материалы									4524695,41							
Машины и механизмы									415868,91							
ФОТ									773512,83							
Накладные расходы									837439,42							
Сметная прибыль									525063,58							
Итого по разделу 5 Стены									7017417,49					82101,11		4385,02

Раздел 6. Проемы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
38	ФЕР09-04-013-01 <i>Пр. Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Установка противопожа рных дверей: однопольных глухих	1 м2 проема	160,8	91,99	21,13	10,2		14791,99	3397,7	1640,16		2,07	332,86		
39	ФССЦ-203-8116 <i>Пр. Минрегиона РФ от 15.12.10 №656</i>	Дверь противопожа рная металлическа я однопольная ДПМ-01/30, размером 900x2100 мм	шт.	76	2640,46				200674,96							
40	ФЕР15-07-001-01 <i>В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ</i>	Герметизация противопожа рных дверей, ворот, противодымн ых клапанов, фланцевых соединений воздуховодов ,термоуплотн ительной лентой ЛТСМ-1	100 м	3,952 <i>((2,1*2+1) *76)/100</i>	1039,99	21,77			4110,04	86,04			2,4	9,48		
41	ФЕР10-01-046-01 <i>В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ</i>	Установка ворот с коробками стальными, с раздвижными или	100 м2 полотен и проемов	0,144 <i>14,4/100</i>	65152,72	2124,25	1583,54	123,26	9381,99	305,89	228,03	17,75	228,66	32,93	9,13	1,31

		распахивающ имися неутепленны ми полотнами и калитками														
42	ФЕР10-01-047-01 <i>Пр. Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Установка блоков из ПВХ в наружных и внутренних дверных проемах: в каменных стенах площадью проема до 3 м2	100 м2 проемов	7,9948 (23,88+760 ,99+14,61)/ 100	169087,21	1780,86	473,75	12,18	1351818,43	14237,62	3787,54	97,38	201	1606,9 5	1,05	8,39
43	ФЕР10-01-047-02 <i>Пр. Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Установка блоков из ПВХ в наружных и внутренних дверных проемах: в каменных стенах площадью проема более 3 м2	100 м2 проемов	4,3586 (50,96+92, 3+292,60)/ 100	162401,5	1091,71	389,31	6,03	707843,18	4758,33	1696,85	26,28	124,91	544,43	0,52	2,27
44	ФЕР10-01-034-05 <i>Пр. Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Установка в жилых и общественны х зданиях оконных блоков из ПВХ	100 м2 проемов	0,864 86,4/100	304273,43	1639,19	487,95	20,42	262892,24	1416,26	421,59	17,64	187,55	162,04	1,76	1,52

		профилей: поворотных (откидных, поворотно- откидных) с площадью проема до 2 м2 двухстворчат ых														
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

45	ФЕР10-01-034-06 <i>Пр. Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Установка в жилых и общественны х зданиях оконных блоков из ПВХ профилей: поворотных (откидных, поворотно- откидных) с площадью проема более 2 м2 двухстворч.	100 м2 проемов	1,0584 (77,04+28, 8)/100	251529,16	1273,59	409,22	7,66	266218,46	1347,97	433,12	8,11	145,72	154,23	0,66	0,7
46	ФЕР09-04-010-03 <i>Пр. Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакето в в пластиковой или алюминиевой	100 м2	32,1955 3219,55/10 0	4039,19	3201,48	822,94	229,7	130043,74	103073,3	26494,96	7395,31	322,73	10390,45	19,4	624, 59

		обвязке															
47	ФССЦ-206-1372 <i>Пр.Минрегиона №535 от 11.11.11</i>	Конструкции витражей с одинарным остеклением из алюминиевых сплавов (с нащельникам и и сливами), расход алюминия 6 кг/м2	м2	3219,55	710,95				2288939,07								
48	ФЕР09-04-010-02 <i>Пр.Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Монтаж витражей, витрин: с одинарным остеклением в одноэтаж зданиях	1 т конструкц ий	0,885883 (531,53/6)/ 100	4729,89	4052,91	451,69	1,62	4190,13	3590,4	400,14	1,44	421,3	373,22	0,12	0,11	
49	ФССЦ-206-1372 <i>Пр.Минрегиона №535 от 11.11.11</i>	Конструкции витражей с одинарным остеклением из алюминиевых сплавов (с нащельникам и и сливами), расход алюминия 6 кг/м2	м2	531,53	710,95				377891,25								

Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.	5618795,48	132213,5	35102,39	7563,91		13606,59		638,89
Накладные расходы	132037,84							
Сметная прибыль	113893,64							
Итого по разделу 6 Проемы :								
Строительные металлические конструкции	3222082,82					11096,53	624,7	11096,53
Отделочные работы	4247,7					9,48		9,48
Деревянные конструкции	2638396,44					2500,58	14,19	2500,58
Итого	5864726,96					13606,59	638,89	13606,59
В том числе:								
Материалы	5451479,63							
Машины и механизмы	35102,39							
ФОТ	139777,37							
Накладные расходы	132037,84							
Сметная прибыль	113893,64							
Итого по разделу 6 Проемы	5864726,96					13606,59		638,89

Раздел 7. Лестницы																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
50	ФЕР07-05-014-01 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Установка площадок массой: до 1 т	100 шт. сборных конструкций	0,56 (51+5)/100	6408,86	1715,1	4194,73	633,56	3588,96	960,46	2349,05	354,79	186,83	104,62	46,93	26,28
51	ФССЦ-403-0293 Пр. Минрегиона №308 от 28.07.09	Лестничная площадка ЛП12-2	шт.	0,56 (51+5)/100	366,35				205,16							
52	ФЕР07-05-014-03 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Установка маршей: без сварки массой до 1 т	100 шт. сборных конструкций	0,35 35/100	8628,13	1848,9	6176,26	769,64	3019,85	647,12	2161,69	269,37	208,68	73,04	57,01	19,95

53	ФЕР07-05-014-04 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Установка маршей: без сварки массой более 1 т	100 шт. сборных конструкц ий	0,65 65/100	8448,87	2374,53	5757,26	892,08	5491,77	1543,44	3742,22	579,85	261,8	170,17	66,08	42,95	
54	ФССЦ-403-0228 Пр. Минрегиона №2308 от 28.07.09	Лестничные марши 1ЛМ 27.11.14-4 /бетон В22,5 (М300), объем 0,531 м3, расход ар-ры 14,77 кг / (серия 1.151.1-6 вып.1)	шт.	1 (35+65)/10 0	1245,06				1245,06								
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									13550,8	3151,02	8252,96	1204,01		347,83		89,18	
Накладные расходы									6750,3								
Сметная прибыль									4355,03								
Итого по разделу 7 Лестницы :																	
Бетонные и железобетонные сборные конструкции в жилищно-гражданском строительстве									24656,13					347,83		89,18	
Итого									24656,13					347,83		89,18	
В том числе:																	
Материалы									2146,82								
Машины и механизмы									8252,96								
ФОТ									4355,03								
Накладные расходы									6750,3								
Сметная прибыль									4355,03								
Итого по разделу 7 Лестницы									24656,13					347,83		89,18	

Раздел 8. Полы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
55	ФЕР11-01-001-02 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Уплотнение грунта: щебнем	100 м2 площади уплотнени я	62,07 <i>6207/100</i>	704,22	64,53	86,31	9,24	43710,94	4005,38	5357,26	573,53	7,7	477,94	0,88	54,62
56	ФЕР11-01-002-09 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство подстилающи х слоев: бетонных	1 м3 подстилаю щего слоя	4868,8 <i>6086*0,8</i>	650,45	30,67	0,24		3166910,9 6	149326,1	1168,51		3,66	17819,81		
57	ФЕР11-01-011-01 <i>Пр. Минрегиона</i> <i>№339 от 13.07.11</i>	Устройство стяжек: цементных толщиной 20 мм	100 м2 стяжки	99,5 <i>9950/100</i>	1485,02	313,71	44,24	14,73	147759,49	31214,15	4401,88	1465,64	39,51	3931,25	1,27	126,37
58	ФЕР11-01-004-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство гидроизоляции и оклеечной рулонными материалами: на мастике Битуминоль, первый слой	100 м2 изолируем ой поверхнос ти	36,73 <i>3673/100</i>	2750,72	520,45	321,32	4,52	101033,95	19116,13	11802,08	166,02	46,18	1696,19	0,39	14,32

59	ФЕР11-01-009-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство тепло- и звукоизоляции и сплошной из плит: или матов минераловатных или стекловолоконных	100 м2 изолируемой поверхности	37,08 <i>3708/100</i>	2580,31	254,57	91,05	2,09	95677,89	9439,46	3376,13	77,5	28,38	1052,33	0,18	6,67
60	ФЕР11-01-012-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Укладка лаг: по кирпичным столбикам	100 м2 пола	46,03 <i>4603/100</i>	4234,35	381,29	54,87	1,41	194907,13	17550,78	2525,67	64,9	44,7	2057,54	0,14	6,44
61	ФЕР11-01-033-02 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство покрытий: дощатых толщиной 36 мм	100 м2 покрытия	46,03 <i>4603/100</i>	9007,76	569,04	126,14	8,82	414627,19	26192,91	5806,22	405,98	66,71	3070,66	0,76	34,98
62	ФЕР11-01-036-04 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство покрытий: из линолеума насухо со свариванием полотнищ в стыках	100 м2 покрытия	13,89 <i>1389/100</i>	7314,7	261,02	70,49	3,94	101601,18	3625,57	979,11	54,73	31,41	436,28	0,34	4,72
63	ФЕР11-01-047-01 <i>Пр. Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Устройство покрытий из плит керамогранитных размером: 40x40 см	100 м2 покрытия	127,18 <i>12718/100</i>	21577,57	2713,07	24,86	17,39	2744235,35	345048,2	3161,69	2211,66	310,42	39479,22	1,72	218,75

Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.	7010464,08	605518,7	38578,5 5	5019,96		70021,22		466,87
Накладные расходы	750962,58							
Сметная прибыль	457904,01							
Итого по разделу 8 Полы :								
Полы	8219330,67					70021,22		466,87
Итого	8219330,67					70021,22		466,87
В том числе:								
Материалы	6366366,81							
Машины и механизмы	38578,55							
ФОТ	610538,68							
Накладные расходы	750962,58							
Сметная прибыль	457904,01							
Итого по разделу 8 Полы	8219330,67					70021,22		466,87

Раздел 9. Наружняя отделка

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
64	ФЕР15-01-080-01 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство наружной теплоизоляции и зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 50 мм	100 м2	10,38 <i>1038/100</i>	32661,99	6523,81	3857,37	256,1	339031,46	67717,15	40039,5	2658,32	702,24	7289,25	20,57	213,52

65	ФЕР15-01-080-03 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Устройство наружной теплоизоляции и зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 120 мм	100 м2	46,506 (460+3700 +490,60)/1 00	37135,83	7184,89	6138,2 7	406,57	1727038, 91	334140,5	285466,4	18907,94	773,4	35967, 74	32,63	1517,4 9
66	ФЕР15-01-080-05 В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Устройство наружной теплоизоляции и зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю толщиной плит до: 200 мм	100 м2	0,85 85/100	42914,87	7947,32	8753,1 7	579,11	36477,64	6755,22	7440,19	492,24	855,47	727,15	46,44	39,47
67	ФССЦ-104-0494 Пр. Минрегиона РФ от 15.12.10 №656	Плиты минераловатн ые "Венти Баттс" ROCKWOOL	м3	502,872 (3700+490, 60)*0,12	717,98				361052,0 4							
68	ФССЦ-104-0495 Пр. Минрегиона РФ от 15.12.10 №656	Плиты минераловатн ые "Фасад Баттс" ROCKWOOL	м3	68,9 1038*0,05 +85*0,2	1292,46				89050,49							

69	ФССЦ-104-0312 Пр. Минрегиона РФ от 15.12.10 №656	Плиты теплоизоляционные из экструзионного вспененного полистирола ПЕНОПЛЭК С-35	м3	55,2 460*0,12	1208,43				66705,34							
70	ФЕР15-01-016-02 прим В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ	Наружная облицовка по бетонной поверхности керамическими отдельными плитками: на цементном растворе стен	100 м2 облицованной поверхности	3,45 345/100	11755,65	2893,32	47,72	15,14	40556,99	9981,95	164,63	52,23	307,8	1061,91	1,32	4,55
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									2659912,87	418594,8	333110,7	22110,73		45046,05		1775,03
Накладные расходы									462740,82							
Сметная прибыль									242388,05							
Итого по разделу 9 Наружняя отделка :																
Отделочные работы									3365041,74					45046,05		1775,03
Итого									3365041,74					45046,05		1775,03
В том числе:																
Материалы									1908207,36							
Машины и механизмы									333110,7							
ФОТ									440705,54							
Накладные расходы									462740,82							
Сметная прибыль									242388,05							
Итого по разделу 9 Наружняя отделка									3365041,74					45046,05		1775,03

Раздел 10. Внутренняя отделка

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
71	ФЕР15-02-018-02 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Штукатурка внутренних поверхностей и наружных стен, цементно-известковым или цементным раствором по камню и бетону, когда остальные поверхности не оштукатуриваются: улучшенная	100 м2 оштукатуриваемой поверхности	590,12 <i>(876+33225+24911)/100</i>	2279,54	968,29	130,91	78,57	1345202,14	571407,3	77252,61	46365,73	103,01	60788,26	7,68	4532,12
72	ФЕР15-01-047-15 <i>В ред. пр. № 253</i> <i>Минрегиона РФ</i>	Устройство: подвесных потолков типа <Армстронг > по каркасу из оцинкованного профиля	100 м2 поверхности облицовки	41,46 <i>4146/100</i>	6731,95	963,12	433,43	8,82	279106,65	39930,96	17970,01	365,68	102,46	4247,99	0,76	31,51

73	ФЕР15-04-007-02 <i>Пр.Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная: по штукатурке потолков	100 м2 окрашиваемой поверхности	89,35 <i>8935/100</i>	1735,11	550,62	14,5	0,23	155032,08	49197,9	1295,58	20,55	63	5629,05	0,02	1,79
74	ФЕР15-04-007-03 <i>Пр.Минрегиона №339 от 13.07.11</i>	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная: по сборным конструкциям стен, подготовленным под окраску	100 м2 окрашиваемой поверхности	434,2 <i>43420/100</i>	855,31	289,99	8,99	0,12	371375,6	125913,7	3903,46	52,1	32,73	14211,37	0,01	4,34
75	ФЕР13-03-004-26 <i>В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ</i>	Окраска металлических оштукатуренных поверхностей: эмалью ПФ-115	100 м2 окрашиваемой поверхности	186,06 <i>18606/100</i>	322,24	34,74	6,22	0,1	59955,97	6463,72	1157,29	18,61	3,83	712,61	0,01	1,86
76	ФЕР15-06-001-02 <i>В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ</i>	Оклейка обоями стен по монолитной штукатурке и бетону:	100 м2 оклеиваемой и обиваемой поверхности	12,45 <i>1245/100</i>	3592,63	425,84	1,18	0,12	44728,24	5301,71	14,69	1,49	46,95	584,53	0,01	0,12

		тисненными и плотными														
77	ФЕР15-06-004-01 <i>Изм. Пр. Минрегиона №509 от 23.11.10</i>	Вторая окраска стен, оклеенных стеклообоями, красками	100 м2 поверхности стен	12,45 <i>1245/100</i>	80,62	80,62			1003,72	1003,72			8,38	104,33		
78	ФЕР10-05-009-02 <i>В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ</i>	Облицовка стен по системе "КНАУФ" по одинарному металлическому каркасу из ПН и ПС профилей гипсокартонными листами в один слой (С 625): с дверным проемом	100 м2 стен (за вычетом проемов)	6,1 <i>610/100</i>	5947,75	607,69	12,72		36281,28	3706,91	77,59		67	408,7		
79	ФЕР15-01-019-01 <i>В ред. пр. № 253 Минрегиона РФ</i>	Гладкая облицовка стен, столбов, откосов (без карнизных, плинтусных и угловых	100 м2 поверхности облицовки	41,74 <i>4174/100</i>	10009,38	2093,04	29,82	9,9	417791,52	87363,49	1244,69	413,23	228	9516,72	0,86	35,9

		плиток) без установки плиток туалетного гарнитура: по кирпичу и бетону																
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.									2710477,2	890289,4	102915,9	47237,3 9		96203,56		4607,64		
Накладные расходы									983912,64									
Сметная прибыль									516908,61									
Итого по разделу 10 Внутренняя отделка :																		
Отделочные работы									4097979,97									
Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии									70327,7				95082,25		4605,78			
Деревянные конструкции									42990,78				712,61		1,86			
Итого									4211298,45				408,7					
В том числе:													96203,56		4607,64			
Материалы									1717271,92									
Машины и механизмы									102915,92									
ФОТ									937526,75									
Накладные расходы									983912,64									
Сметная прибыль									516908,61									
Итого по разделу 10 Внутренняя отделка									4211298,45					96203,56		4607,64		
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:																		
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.									37217193,17	3415980	1886695	276323,8		381547,6		22076,53		
Накладные расходы									4000798,26									
Сметная прибыль									2381380,12									
Итого по смете:																		
Земляные работы, выполняемые механизированным способом									164530,6				1227,66		1143,84			
Земляные работы, выполняемые ручным способом									53571,17				1952,08		439,58			
Полы									8447764,05				73866,2		581,42			
Бетонные и железобетонные монолитные конструкции в промышленном строительстве									15299108,9				120419		11313,13			
Бетонные и железобетонные сборные конструкции в промышленном строительстве									317790,96				836,52		178,58			
Конструкции из кирпича и блоков									1900902,35				17368,3		577,09			

Строительные металлические конструкции	5780838,89					16534,58		1182,69
Кровли	1391224,16					5235,76		174,16
Отделочные работы	7467269,4					140137,8		6380,81
Деревянные конструкции	2681387,24					2909,28		14,19
Бетонные и железобетонные сборные конструкции в жилищно-гражданском строительстве	24656,13					347,83		89,18
Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии	70327,7					712,61		1,86
Итого	43599371,55					381547,6		22076,53
В том числе:								
Материалы	31914518,44							
Машины и механизмы	1886694,76							
ФОТ	3692303,73							
Накладные расходы	4000798,26							
Сметная прибыль	2381380,12							
ВСЕГО по смете	43599371,55					381547,6		22076,53

7. Экология и безопасность жизнедеятельности

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Кол.у	Лис	№	Подпис	Дат	ВКР-2069059-08.04.01-151125-17			153

7.1 Идентификация опасностей, возникающих при возведении технологического процесса

Декомпозиция представляет разделение системы на элементы и определение опасности от каждого элемента и их опасные сочетания. Поэтому при проектировании деятельности необходимо детально выделить эти элементы и пользуясь информацией найти их опасные свойства.

Из комплекса технологических процессов, применяющихся при строительстве спортивно-зрелищного комплекса в г. Пензе, выделяем процесс монтажа конструкций покрытия и выявляем возможные опасности.

Как и всякий технологический процесс, монтажный состоит из ряда операций, выполняемых в строгой последовательности, вызванной особенностями конструктивного решения.

Таблица 25

Операции технологического процесса; элементы технологического процесса	Опасности, создаваемые элементами технологического процесса
1. Подготовка к подъему элементов: а) инструктаж рабочих, выдача средств индивидуальной защиты	Неисправное состояние монтажного крана, потеря устойчивости, обрыв стропа.
2. Подача элемента: а) монтажный кран б) траверса в) монтажная петля г) строп д) монтажный пояс	- нахождение людей (рабочих других строительных профессий, не занятых на монтаже опалубки) в зоне действия монтажного крана; - нарушение режима эксплуатации механизмов; - обрыв монтажных петель; - обрыв стропов; - разрушение недоброкачественных изделий; - длительное напряжение отдельных групп мышц; - неудобные вынужденные позы; - поднятие тяжестей; - длительное стояние на ногах; - травмирование монтажной оснасткой.

<p>3.Предварительная установка элемента</p> <p>а) монтажная вышка б) траверса в) монтажная петля г) строп</p>	<p>-обрыв монтажных петель; -обрыв стропов; -разрушение недоброкачественных изделий; -нарушение режима эксплуатации механизмов; -травмирование монтажной оснасткой; -систематическое переохлаждение, перегревание.</p>
<p>4.Предварительная выверка</p> <p>а) нивелир НВ-1 б) теодолит Т-5 в) отвес стальной г) метр стальной МСМ-74 д) шнур разметочный в корпусе е) оттяжки</p>	<p>-может привести к обрушению монтируемого элемента; -падение с высоты; -травмирование при неосторожной работе.</p>
<p>5.Временное закрепление элемента.</p> <p>а) инвентарная распорка для временного крепления ферм б) монтажная вышка в) пояс предохранительный г) ключи гаечные е) временное ограждение</p>	<p>-разрушение недоброкачественных изделий; -нарушение режима эксплуатации механизмов и изделий; -падение с высоты.</p>
<p>6.Окончательная выверка и закрепление элементов</p> <p>а) нивелир НВ-1 б) теодолит в) отвес стальной г) метр стальной МСМ-74 д) шнур разметочный в корпусе е) сварочный аппарат ж) электрод</p>	<p>- выверка и закрепление фермы не по проекту производственных работ, ведет к не точному положению фермы, а значит к обрушению монтируемого элемента; -поражение электрическим током; воздействие вредных газов и испарений; воздействие лучистой энергии.</p>

Анализируя таблицу выделим опасности, которые могут привести к нежелательным последствиям, т.е. нанести ущерб различным ресурсам. Наиболее ответственными в этой системе являются работы по подъему и установки фермы 18 м в проектное положение, т.е. 2 и 3 операция технологического процесса.

Для создания безопасных условий труда при монтаже металлической фермы, необходимо обеспечить защиту монтажников от

падения с высоты устройством защитных ограждений и применением индивидуальных средств защиты в виде монтажных поясов с карабинами, прикрепленных к устойчивым деталям или элементам ранее смонтированных конструкций. А так же учесть обрыв и падение конструкции с высоты.

Во время технологической операции по подъему и установке фермы в проектное положение возможен разрыв каната траверсы.

Правильный выбор конструкции канатов в траверсе обеспечивать продолжительную и безопасную эксплуатацию.

Произведем расчет по подбору траверсы.

Определим усилие (натяжение) в одной ветви траверсы.

Вес фермы –545кН.

Определим натяжение в каждой тяге, угол $\alpha=45^0$

$$N=Q/(2\cos\alpha)=545/(2\cdot 0,707)=356\text{кН}$$

Подсчитаем разрывное усилие, взяв тягу в две нитки и определив коэффициент запаса прочности, как для грузового каната с легким режимом работы $Ka=5$

$$R=NR_3/2=356\cdot 5/2=890\text{кН}$$

Выбираем кат *TK6x37* с маркировочной группой *1800 МПа* и разрывным усилием *489,5кН*. Этим данным удовлетворяет канат диаметром *31,5мм*.

Сжимающие усилия в траверсе

$$N_1=Q\cdot R_n\cdot R_d\cdot \text{tg}\alpha/2=545\cdot 1,1\cdot 1,2/2=332,64\text{кН}$$

Для изготовления стержня траверсы принимаем два швеллера, задаваясь $\varphi_c=0,8$.

$$F_{mp}=T_1/(\varphi_0 n R)=332,64/(0,8\cdot 0,85\cdot 210\cdot 10^{-1})=24\text{см}^2$$

По таблице находим суммарную площадь сечения двух швеллеров

№30 ближайшую большую к требуемой $F=24\text{см}^2$

Находим расчетную длину траверсы, приняв что концы траверсы закреплены шарнирно

$$l_c=1\cdot 1800=1800\text{см}$$

Определим расстояние между швеллерами из условия равноустойчивости в двух главных плоскостях

$$b\geq 1,2t_c\alpha_x h/(l_c\alpha_y)=1,2\cdot 1800\cdot 0,38\cdot 18/(1800\cdot 0,44)=18,65\text{см}$$

Принимаем $b=24\text{см}$, что обеспечивает лучшие условия для выполнения сварочных работ при изготовлении траверсы.

7.2 Мероприятия по защите от загрязнения сточными водами

В разрабатываемом проекте для охраны и рационального использования водных ресурсов применены следующие решения:

- применение труб, не подвергающихся коррозии (полиэтиленовых, чугунных, водогазопроводных с окраской масляными красками по о грунтовке);
- организация регулярного контроля за водопроводной и канализационной системами;
- слив хозяйственно-фекальных стоков осуществляется в надворный туалет с последующим сбросом в городскую канализацию;
- организация мест хранения отходов, исключающих загрязнение почв и поверхностных вод.

7.3 Мероприятия по использованию плодородного слоя почвы и по рекультивации нарушенных земель

При проведении работ по вертикальной планировке проектом предусматривается снятие плодородного слоя земли (толщиной 20 см), который во время строительства будет складироваться на свободном месте, укрывается полиэтиленовой плёнкой во избежание его высыхания и выветривания с последующим его использованием в целях благоустройства и озеленения территории.

1. По генплану определяем площадь застраиваемой территории, с которой необходимо снять природный слой — $S=7479,54\text{ м}^2$

2. Рассчитываем объем снимаемого плодородного слоя V , м по формуле

$$V=S\cdot h=7479,54\cdot 1=7479,54\text{ м}^3,$$

где h - толщина снимаемого плодородного слоя

3. Вычисляем площадь участка для временного складирования плодородного слоя на период строительства

$$S_{\text{скл}} = V/H=7479,54/3=2493,18\text{ м}^2$$

где H - высота штабеля.

После возведения всех объектов и окончания строительства производится планировка свободной от застройки территории, а затем на выровненную поверхность наносится ранее снятый и заскладированный слой. Он разравнивается по всей поверхности и засыпается в ямы для посадки кустарников. Второй этап включает в себя внесение удобрений, орошение, посев многолетних трав, посадку деревьев и кустарников.

Земля, изъятая в процессе рытья котлованов и траншей, идет на обратную засыпку, а излишки на засыпку оврагов. Загрязнение почвы строительным мусором предотвращается тщательной уборкой строительной площадки с последующим его вывозом.

Проектом благоустройства предусматривается устройство проездов тротуаров, площадок с твёрдым и асфальтобетонным покрытием. План благоустройства представлен в архитектурно-строительном разделе.

Вся свободная от застройки, асфальтобетонных покрытий и площадок с твёрдым покрытием территория максимально озеленяется высадкой деревьев, декоративных кустарниковых пород с высевом газонных трав и цветников. Для озеленения используется посадочный материал местных питомников.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования и строительства «Спортивно-зрелищного комплекса, размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе».

В процессе выполнения проекта приняты архитектурно-планировочные решения, данные о месте строительстве, конструктивные решения, вопросы обеспечения проектируемого здания санитарно-техническим оборудованием. Был произведен теплотехнический расчет наружных стен, расчет естественного освещения.

В расчетно-конструктивном разделе произведен расчет основных несущих элементов здания: конструирование фундамента, монолитной колонны, монолитного ребристого перекрытия на отм. +5,100 в осях «6-11» / «И-М», стропильной фермы покрытия.

В технологическом разделе описан принятый метод возведения здания. Разработаны технологические карты на монтаж конструкций покрытия. Решены задачи проектирования строительного генерального плана, подсчитаны объемы, трудоемкость, а также время выполнения работ. Разработан календарный план.

В разделе экономика строительства произведены маркетинговые исследования и составлена сметная документация.

Проведена экологическая экспертиза по строительству объекта, выявлена степень загрязнения окружающей среды и меры по предотвращению нанесения вреда экологии города.

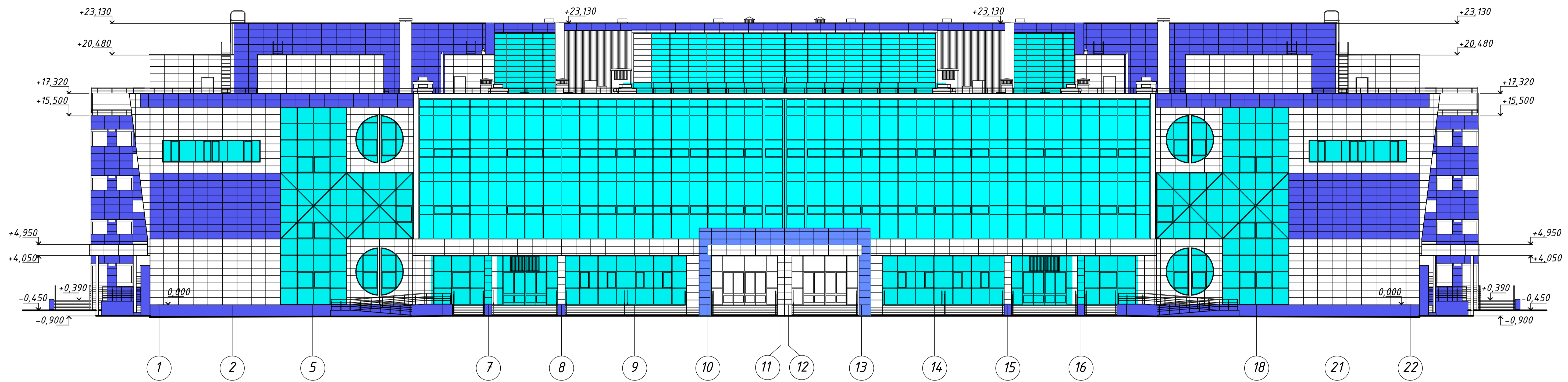
В выпускной работе рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на работников строительной площадки и разработаны мероприятия по уменьшению их воздействия.

Список литературы

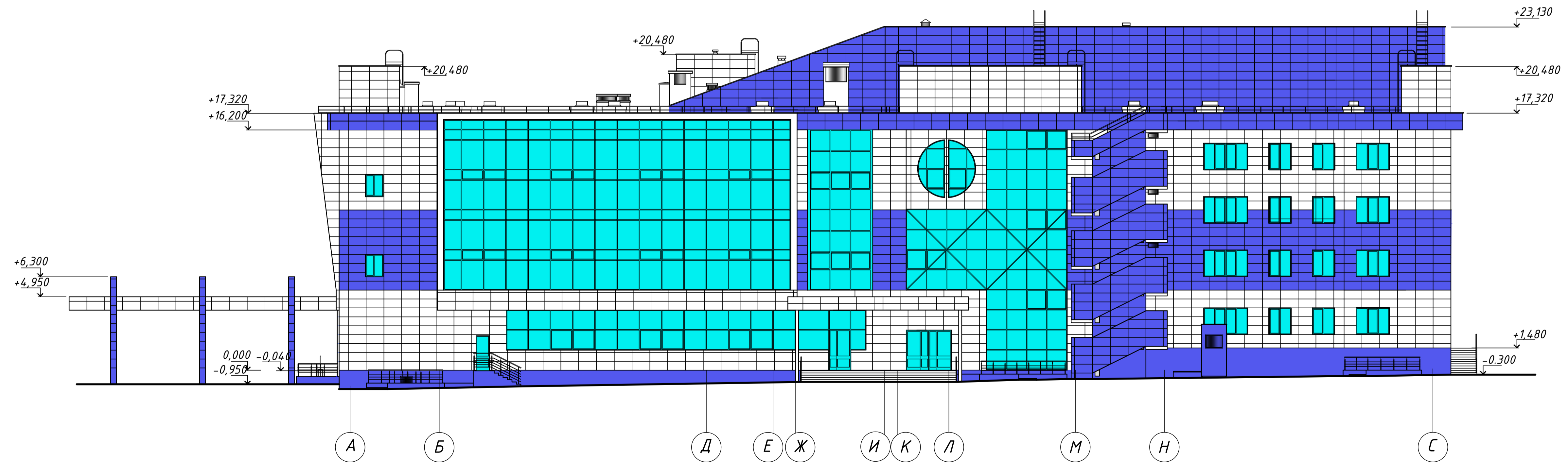
1. ГОСТ 17.4.3.02.-85. «Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земельных работ».
2. ГОСТ 17.5.3.04.-83. «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель».
3. ГОСТ 21.501-93. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей
4. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. – М.: Издательство стандартов, 1994. – 29 с.
5. СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции" Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. – М., 2012.
6. СНиП 1.04.03.-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 64с.
7. СП 48.13330.2011 «Организация строительства». Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – М., 2011.
8. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. М.: Госстрой России, 2001. – 53 с.
9. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. М.: Госстрой России, 2002. – 43 с.
10. СП 20.13330. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* – М., 2017.
11. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. – М., 2011.
12. СП 118.13330.2012* Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.08.02-89*. – М., 2012.
13. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция. СНиП 23-01-99*.– М., 2013.
14. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М., 2012.
15. СП 45.13330.2012 земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01.-83*.– М., 2012.
16. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М., 2012.
17. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – М., 2011.
18. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2-02-03-85.– М., 2011.

19. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. - М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 186 с.
20. ТСН 23-332-2002. Пензенской области о «Энергетической эффективности в жилых и общественных зданиях Нормы по теплозащите»
21. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
22. Бондаренко В.М., Суворкин Д.Г. Железобетонные и каменные конструкции: Учебник для вузов по спец. «Пром. и гражд. стр-во». – М.: Высш. шк., 1987. -384 с.
23. Дикман Л.Г. Организация строительного производства / Учебник для строит. Вузов. М.: Издательство АСВ, 2002. – 512 с.
24. Малый И.Н. Технология строительства зданий и сооружений: учеб. пособие/ И.Н. Малый, Н.В. Зобкова. Саратов: Сарат. гос.техн. ун-т, 2009. – 150с.
25. Соколов Г. К. Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций : Учеб. пособие /Моск. гос. строит, ун-т. - М.: МГСУ, 2002. - 180 с.
26. Старостин Г.Г. Основы организации строительного производства: Учеб. пособие, Саратов: Сарат. гос. техн. уни-т, 2001. – 120 с.
27. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. Учеб. пособие для строительных специальностей. – М.: «Архитектура-С», 2005. – 168 с.
28. Кудишин Ю.И. Металлические конструкции/Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С.Игнатъева и др.; – 10-е изд., стер. - М.:Издательский центр «Академия», 2007 – 688 с.
29. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1981. – 319 с.
30. Кузин Н.Я. Проектирование и расчет стальных ферм покрытия промышленных зданий. Москва: ИНФРА-М, 2015.
31. Беленя Е.И. Металлические конструкции. Москва: Академия, 2010.
32. Пособие к СНиП 2.03.01-84 Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры. – М.:ЦИТП, 1986.
33. Улицкий И.И. Железобетонные конструкции (расчет и конструирование). Киев: «Будивельник», 1972.– 992 с.
34. Кузнецов В.С.Железобетонные конструкции монтажных зданий. Учебное пособие. – М.: «АСВ», 2013. – 200 с.
35. СП 53-101-98 "Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций" - Москва, 1999.

Фасад 1-22

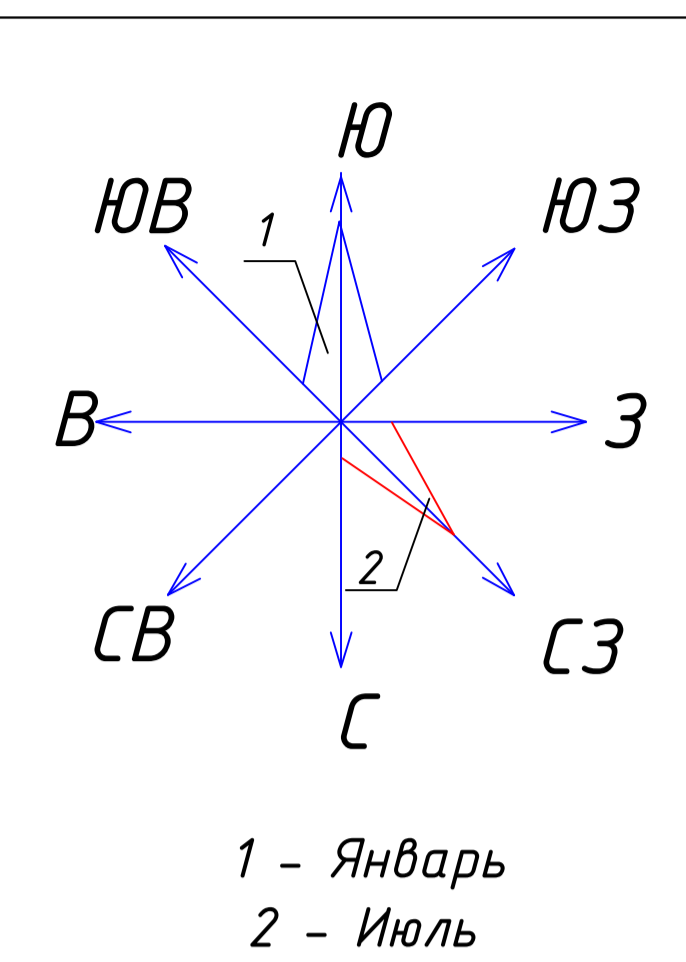
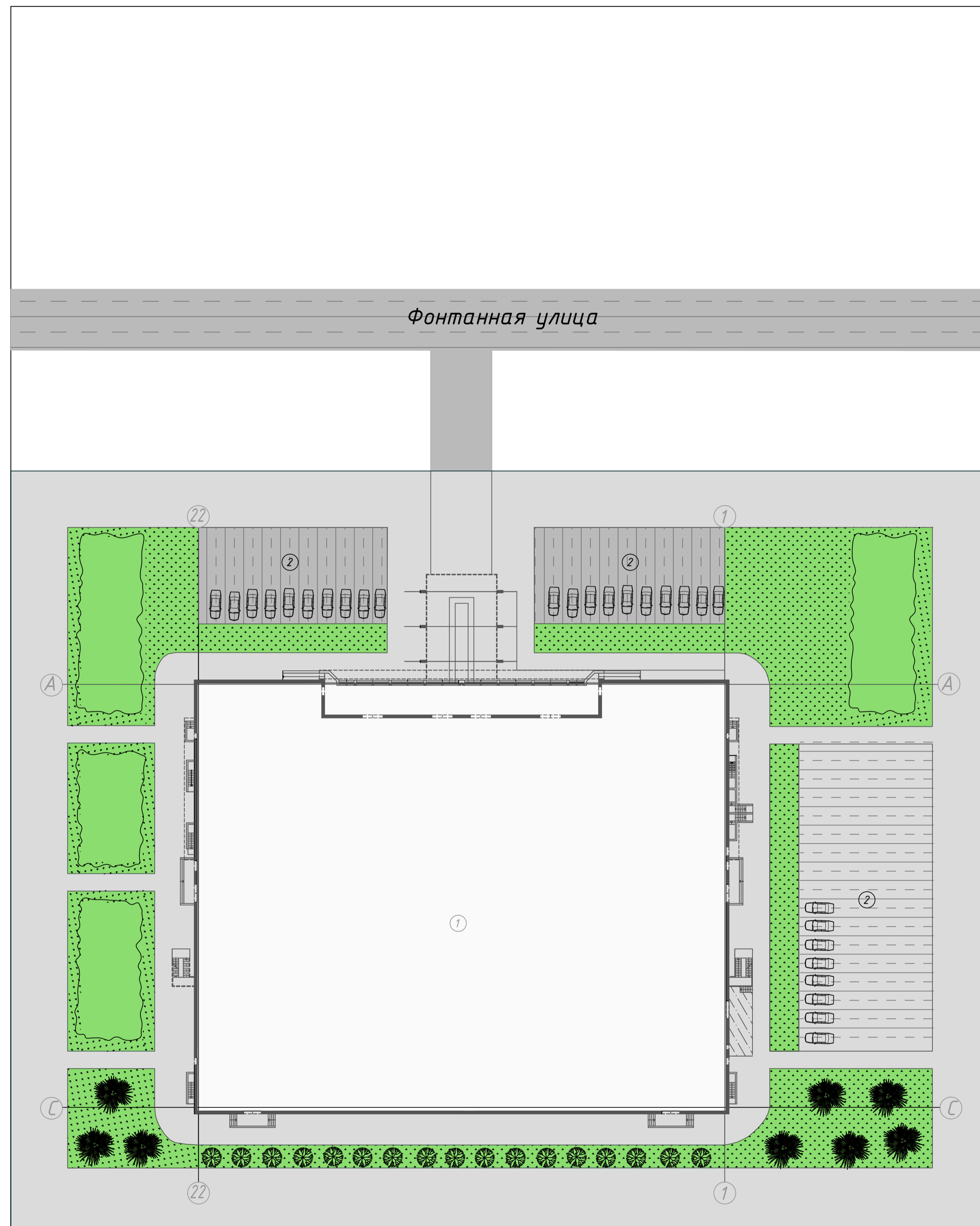


Фасад А-С

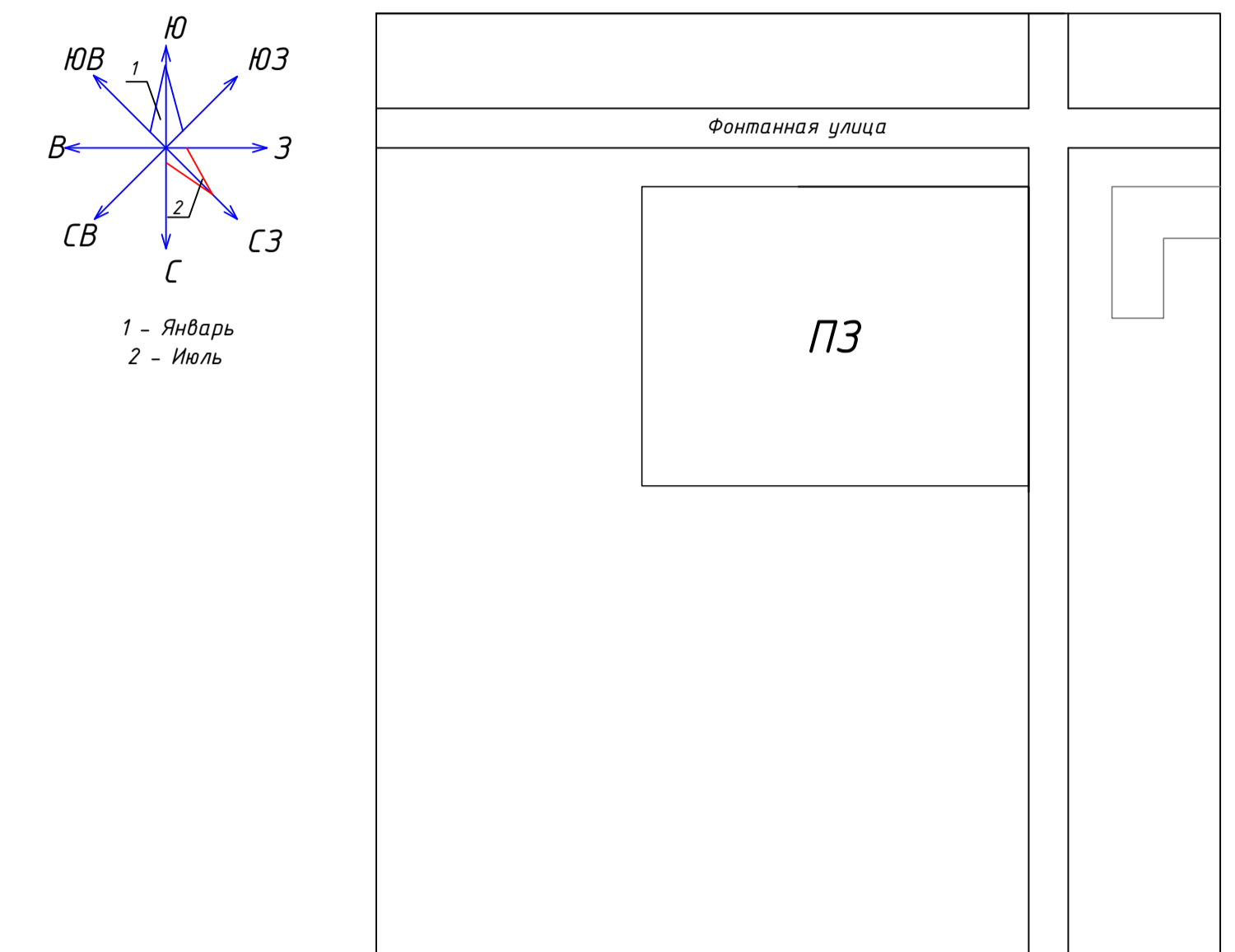


Зав. каф.	Лазьков Н.Н.			ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017		
Руковод.	Артемшин Д.В.			Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе		
Консультант.						
Архитект.	Артемшин Д.В.					
Конструк.	Артемшин Д.В.					
НИР	Артемшин Д.В.					
ОиФ	Артемшин Д.В.					
ТОПС	Артемшин Д.В.					
Экономик.	Артемшин Д.В.					
БЖД	Артемшин Д.В.					
Разраб.	Кожеева А.С.					
Архитектурно-строительный раздел				Стадия	Лист	Листов
Фасад 1-22, фасад А-С				ВКР	1	13
				ЛГНАС каф. СК гр. Ст-21м		

Генеральный план



Ситуационный план



Технико-экономические показатели:

Площадь застройки	$S=7479,54 \text{ м}^2$
Общая площадь	$S=17006,10 \text{ м}^2$
Полезная площадь	$S=16611,81 \text{ м}^2$
Площадь спортивных помещений	$S=3999,18 \text{ м}^2$
Площадь залов, буфетов, столовой с подсобными помещениями	$S=2972,65 \text{ м}^2$
Строительный объем	$V=15330,60 \text{ м}^3$

Экспликация:

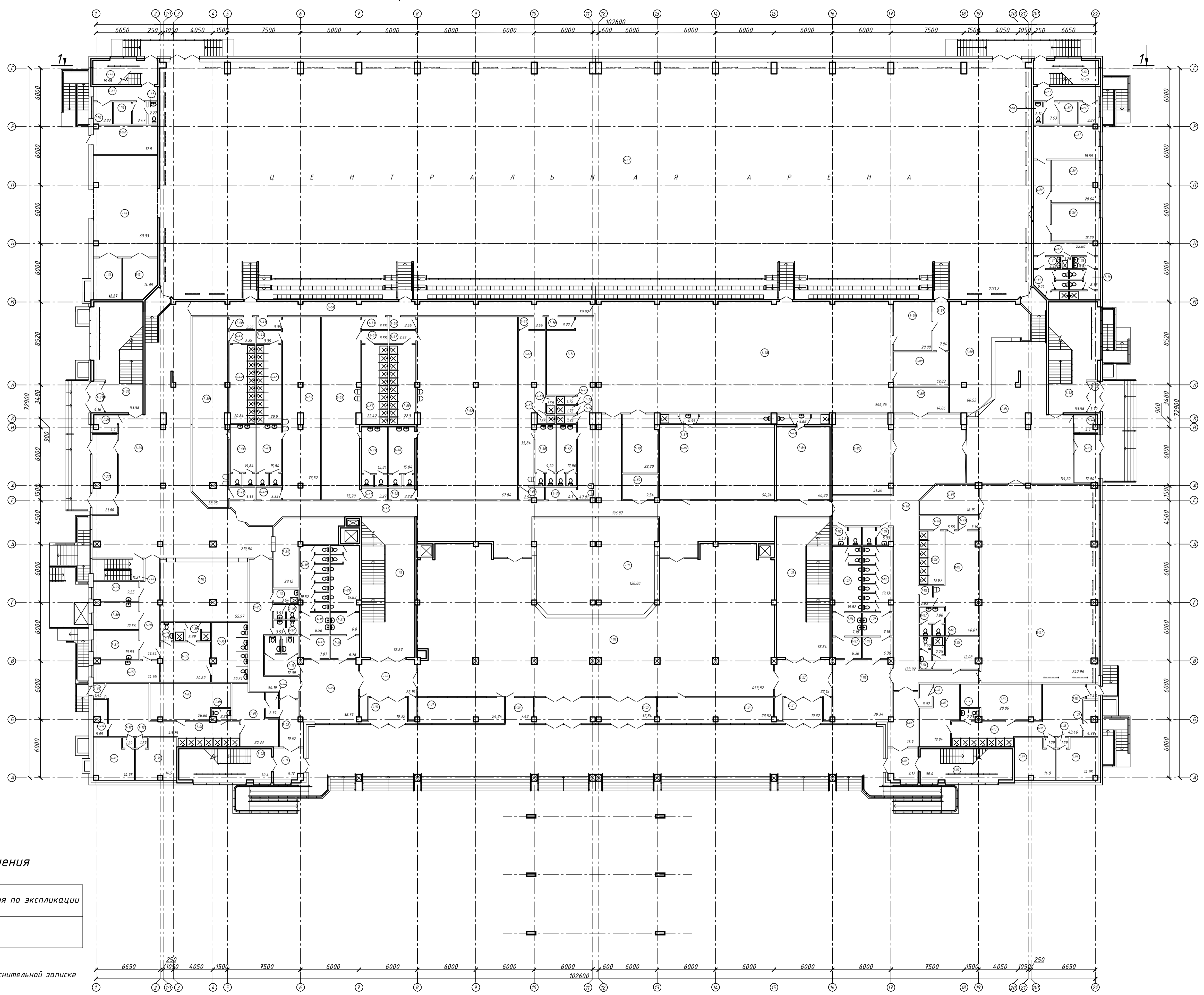
1	Проектируемое здание
2	Автостоянка на 72 автомобиля

Условные обозначения:

	газон
	газон с кустарниками
	рядовая посадка деревьев

Зав. каф.	Лазьков Н.Н.			ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017
Руковод.	Артемшин Д.В.			
Консультанты				Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе
Архитект.	Артемшин Д.В.			
Конструк.	Артемшин Д.В.			
НИР	Артемшин Д.В.			Стадия
ОиФ	Артемшин Д.В.			Лист
ТОПС	Артемшин Д.В.			Листов
Экономик.	Артемшин Д.В.			ВКР
БЖД	Артемшин Д.В.			2
Разраб.	Кожеева А.С.			13
Генеральный план				ЛГНАС
				каф. СК гр. Ст-21м

План 1 этажа на отм. 0,000



Условные обозначения

1-01	номер этажа и помещения по экспликации
2131,2	площадь помещений

Примечание:
Экспликация помещений приведена в пояснительной записке

Зав. каф.	Ласьков Н.Н.				
Руковод.	Артемич Д.В.				
Консультант.					
Архитект.	Артемич Д.В.				
Констр.	Артемич Д.В.				
НИР	Артемич Д.В.				
ОиФ	Артемич Д.В.				
ТОПС	Артемич Д.В.				
Экономик.	Артемич Д.В.				
БЖД	Артемич Д.В.				
Разраб.	Кожеева А.С.				
ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017					
Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе					
Архитектурно-строительный раздел				Стадия	Лист
				ВКР	3
План 1 этажа узлы				Листов	13
				ПГНАС каф. СК гр. Ст-21м	

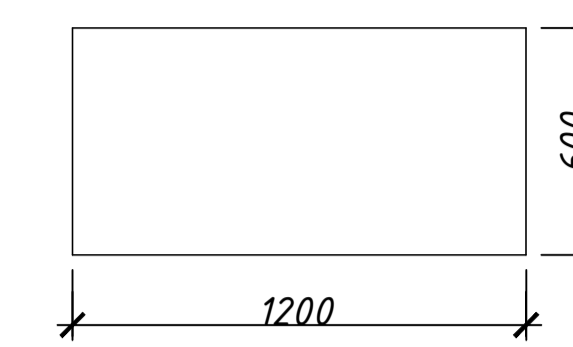
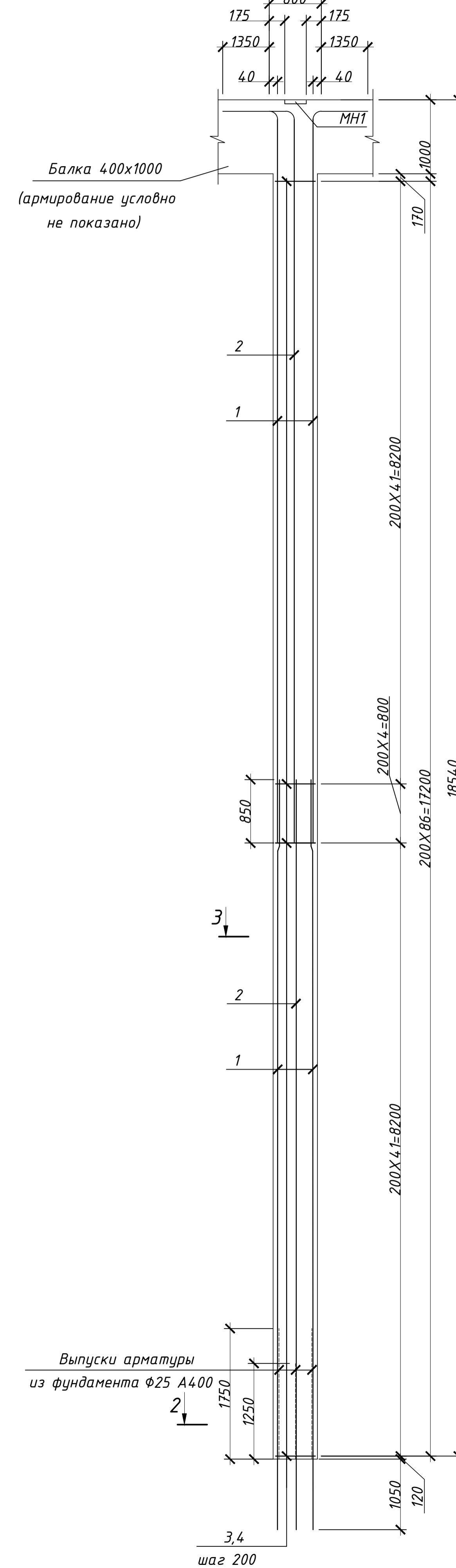
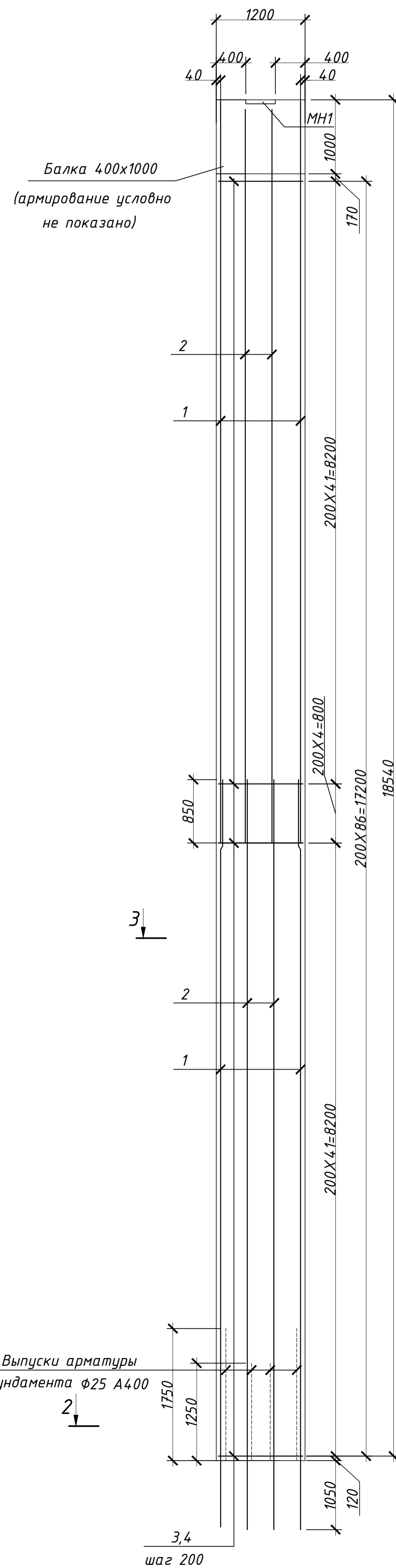
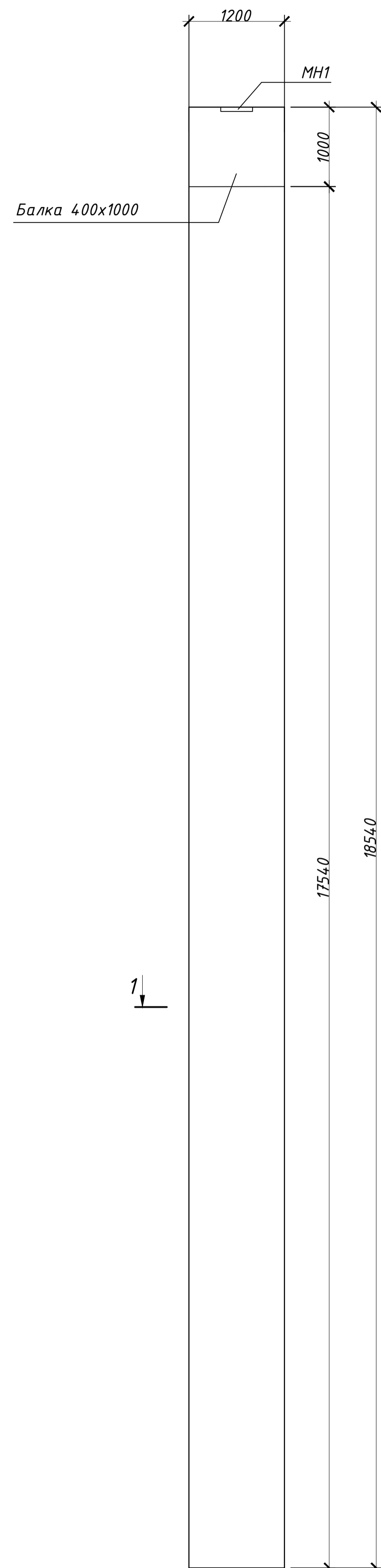
К-1. Опалубка

К-1. Армирование

A

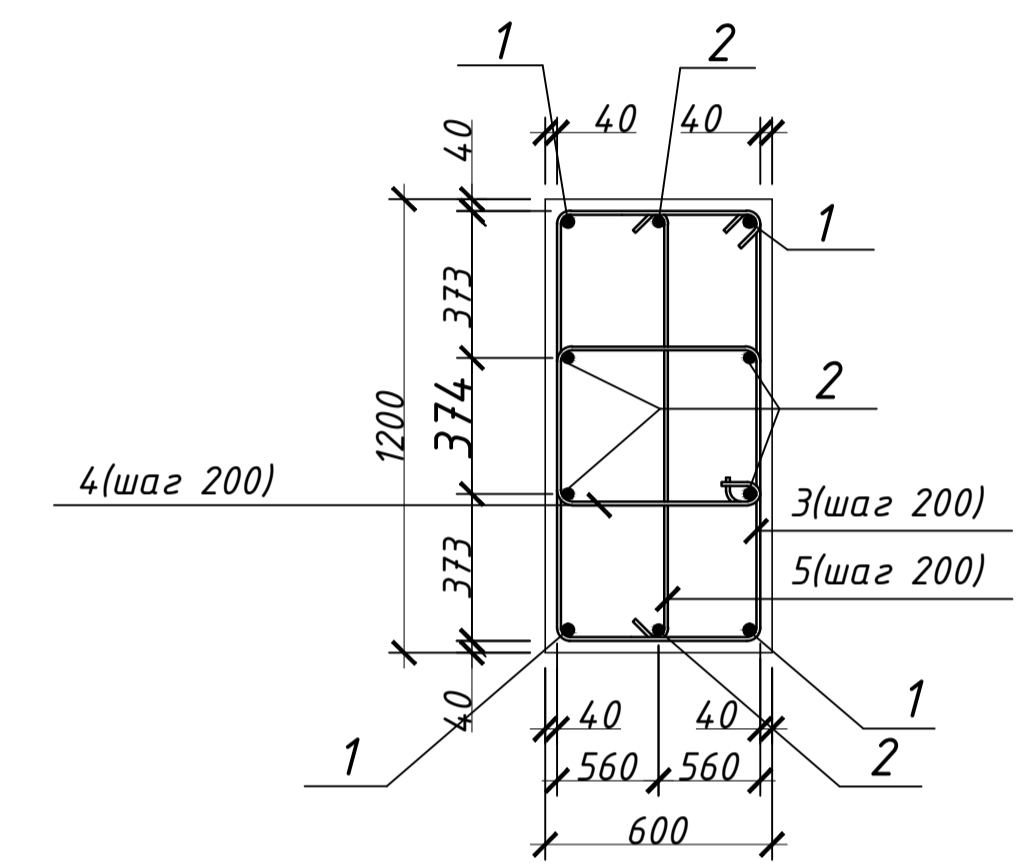
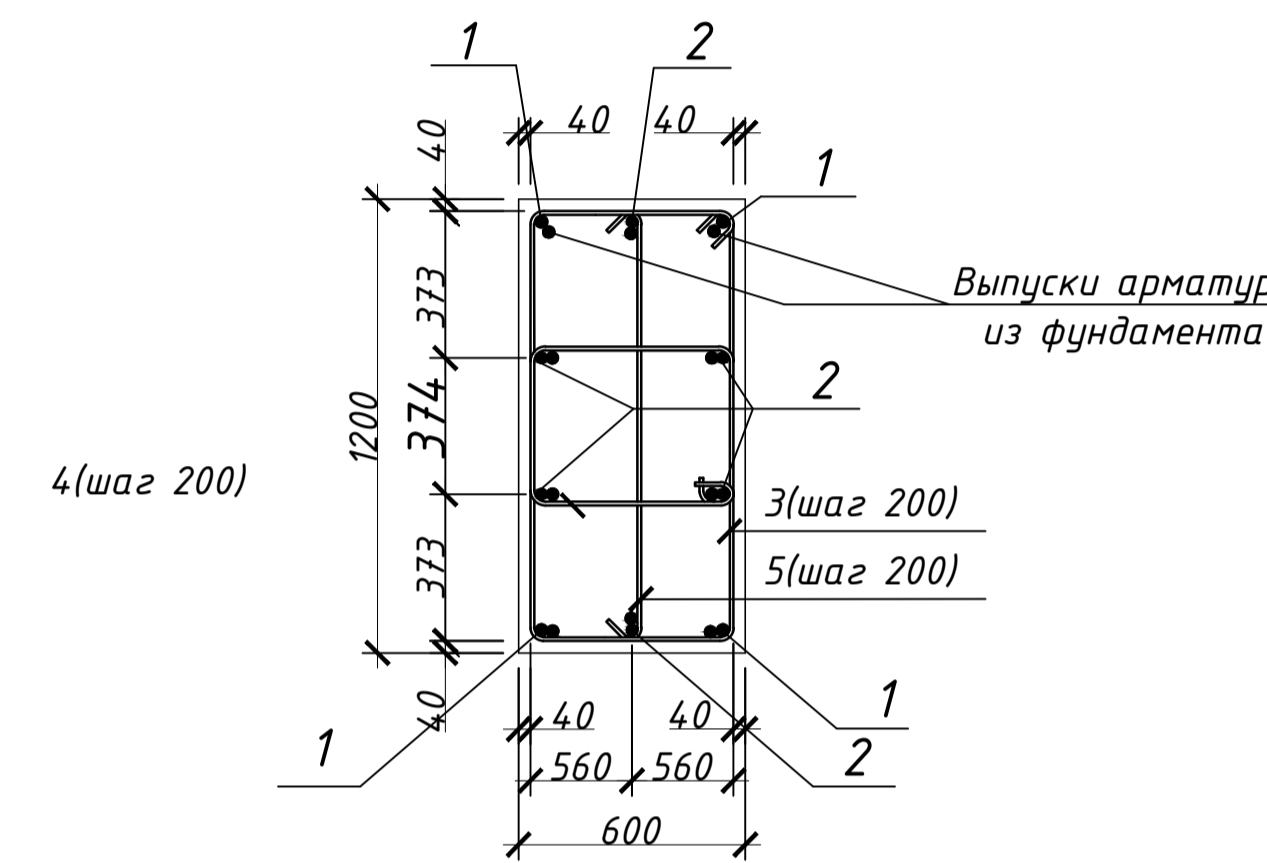
1-1

(M 1:2)



2-2

3-3



Спецификация

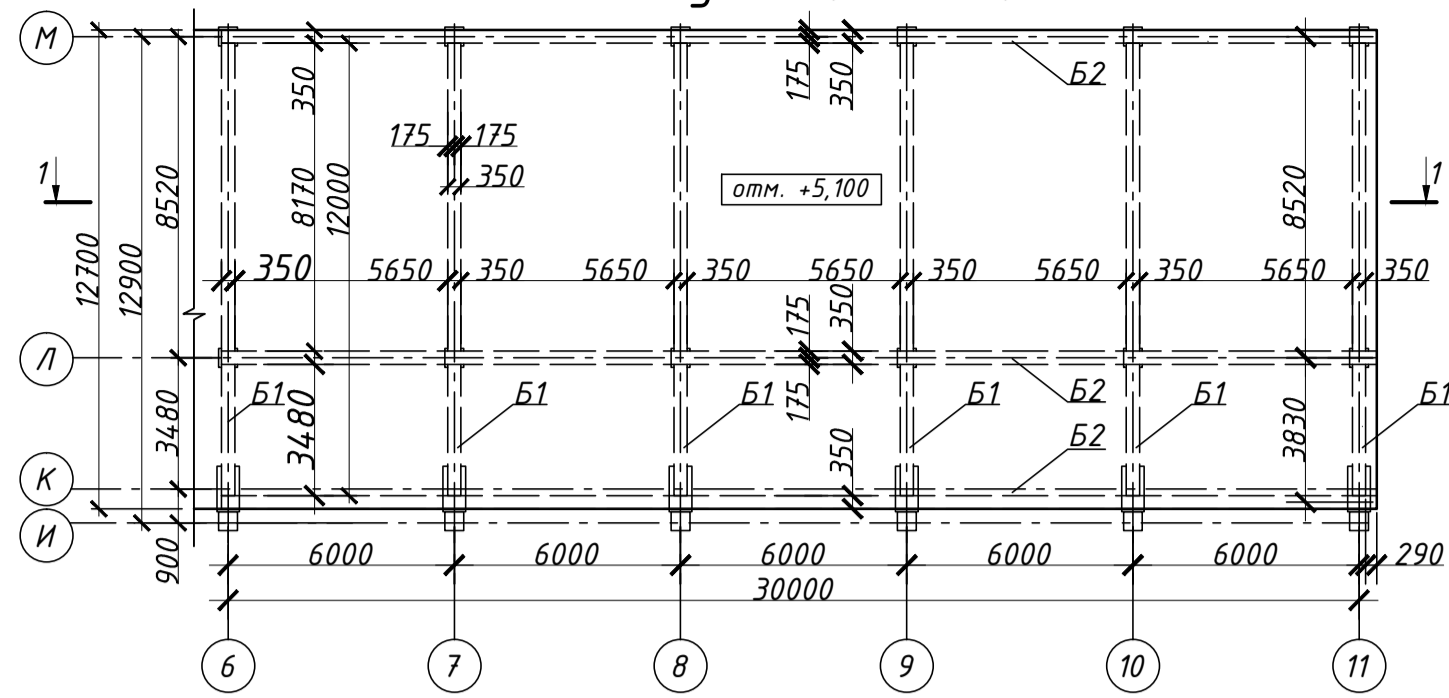
Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч. (масса ед. кг)
		Колонна	12	
1	ГОСТ 5781-82*	∅25 А400 L=10220	8	39,36
2	ГОСТ 5781-82*	∅16 А400 L=10220	12	16,12
3	ГОСТ 5781-82*	∅10 А240 L=3700	87	2,23
4	ГОСТ 5781-82*	∅10 А240 L=2120	87	1,28
5	ГОСТ 5781-82*	∅10 А240 L=1200	87	0,72
		Итого:	716,52	59,71
		Закладные детали		
МН1	ГОСТ 27772-88	— 10x250 L=400	1	7,85
		Материалы		
		Бетон класса В 25		13,35 м ³

Марка элемента	Изделия арматурные					Общий расход
	Арматура класса					
	ГОСТ 5781-82*					
	А 240		А 400			
	∅ 10	Итого	∅ 16	∅ 25	Итого	Всего
Колонна	50,76	50,76	193,44	472,32	665,76	716,52

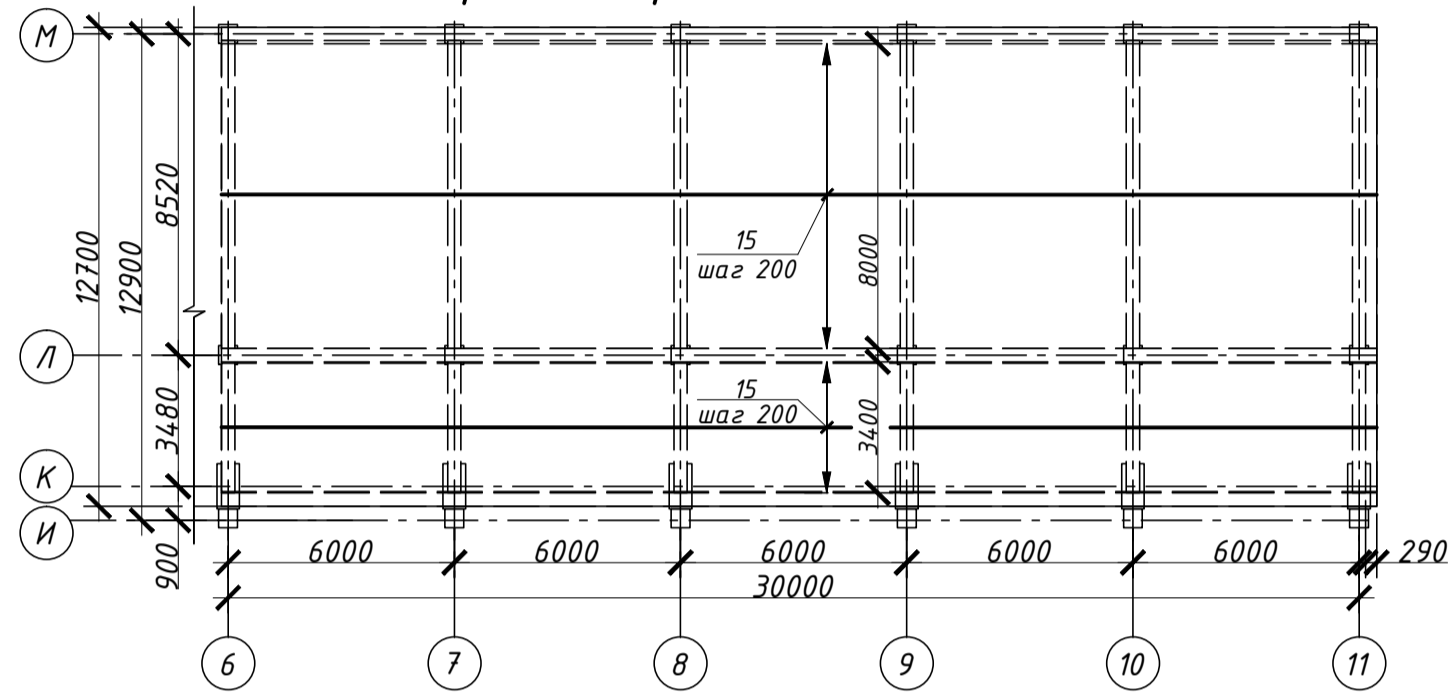
Закладные детали МН1 условно не разрабатывались.

Зав. каф.	Лазьков Н.Н.							
Руковод.	Артемшин Д.В.							
Консультант								
Архитект.	Артемшин Д.В.							
Констр.	Артемшин Д.В.							
НИР	Артемшин Д.В.							
ОиФ	Артемшин Д.В.							
ТОПС	Артемшин Д.В.							
Экономик.	Артемшин Д.В.							
БЖД	Артемшин Д.В.							
Разраб.	Кожеева А.С.							
ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017								
Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе								
Расчетно-конструктивный раздел						Стадия	Лист	Листов
Колонна монолитная						ВКР	7	13
								ЛГНАС
								каф. СК гр. Ст-21м

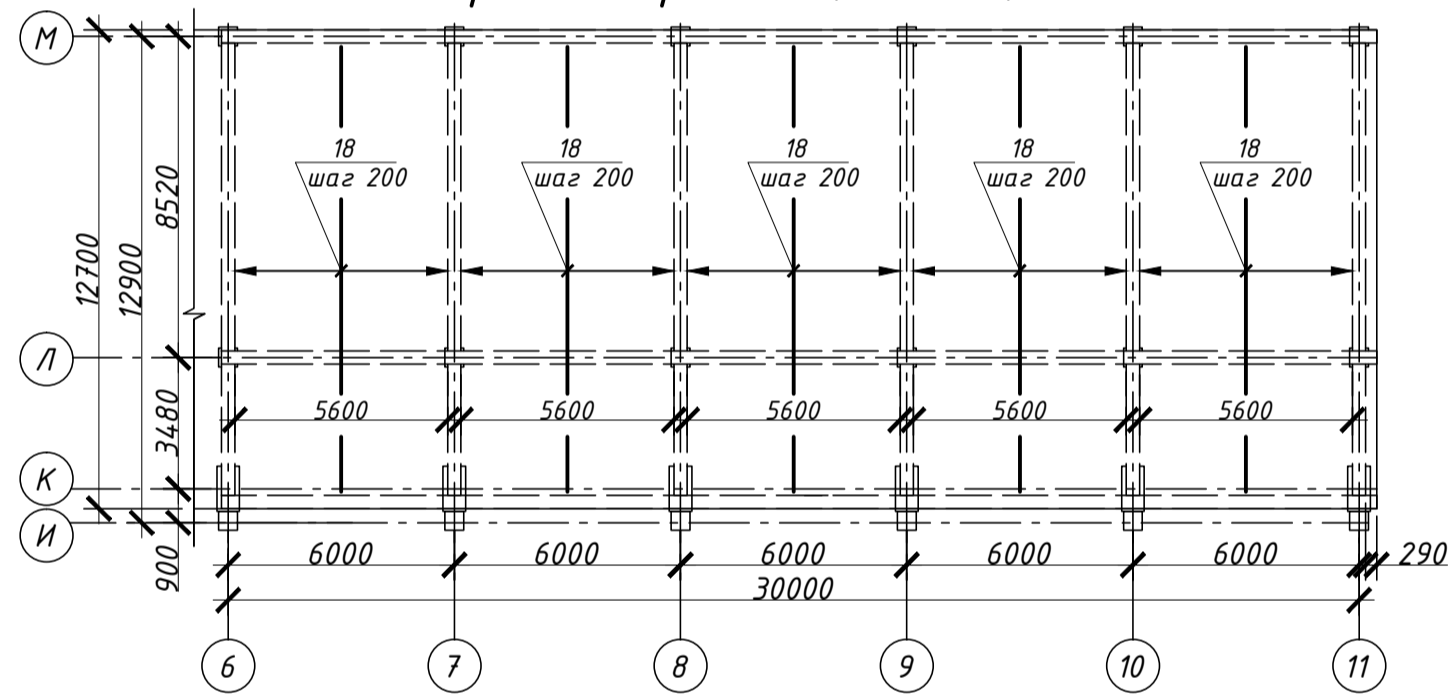
Фрагмент монолитного ребристого перекрытия
ПЛ-1. Опалубка (М1:200)



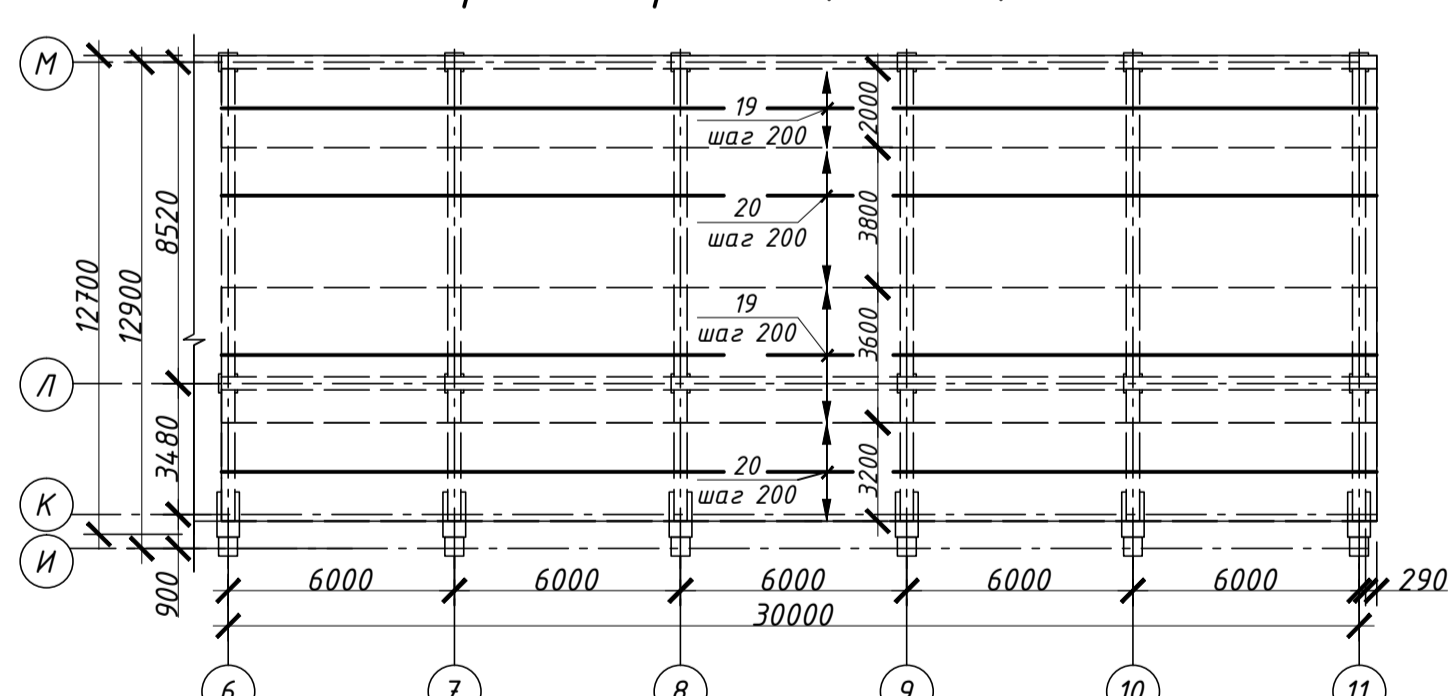
Армирование нижней грани фрагмента ПЛ-1.
1 ряд стержней (М1:200)



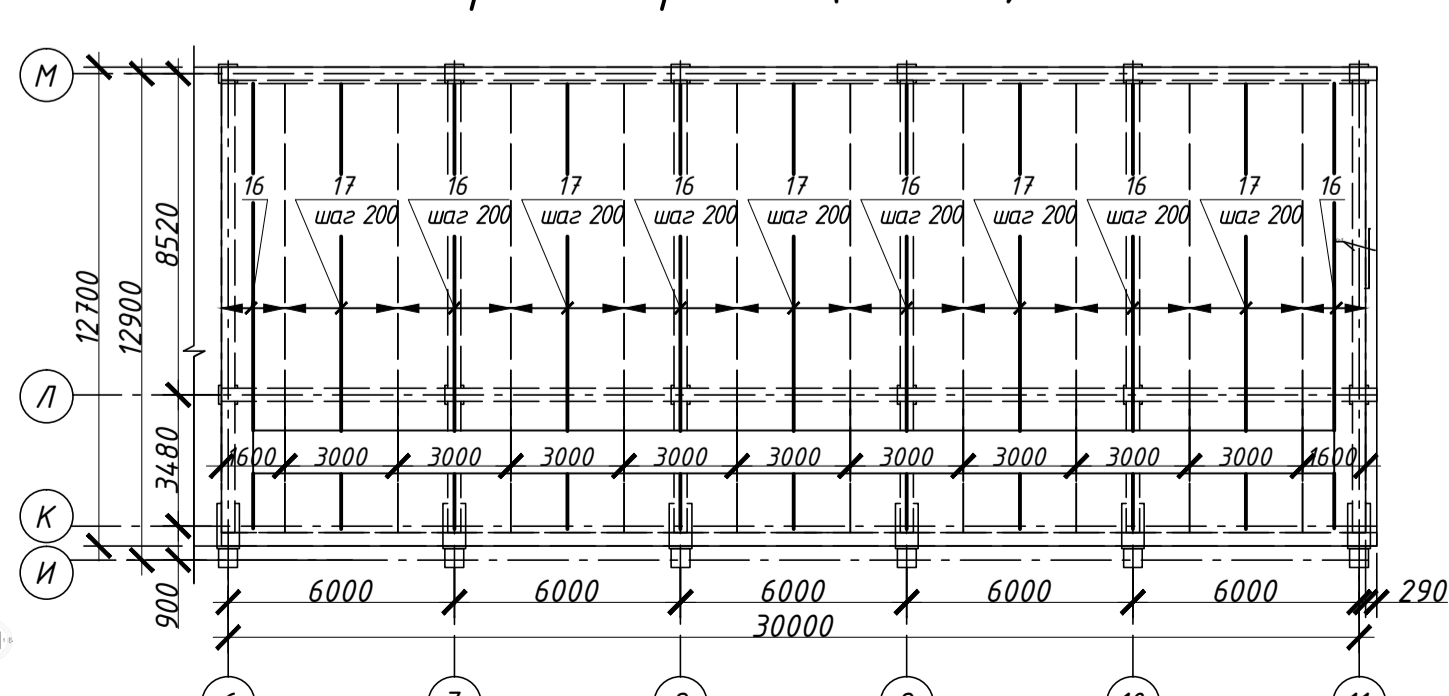
Армирование нижней грани фрагмента ПЛ-1.
2 ряд стержней (М1:200)



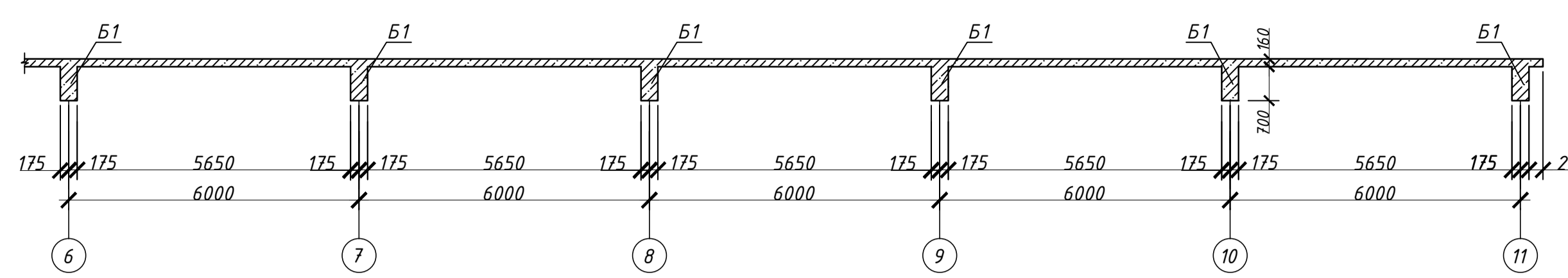
Армирование верхней грани фрагмента ПЛ-1.
1 ряд стержней (М1:200)



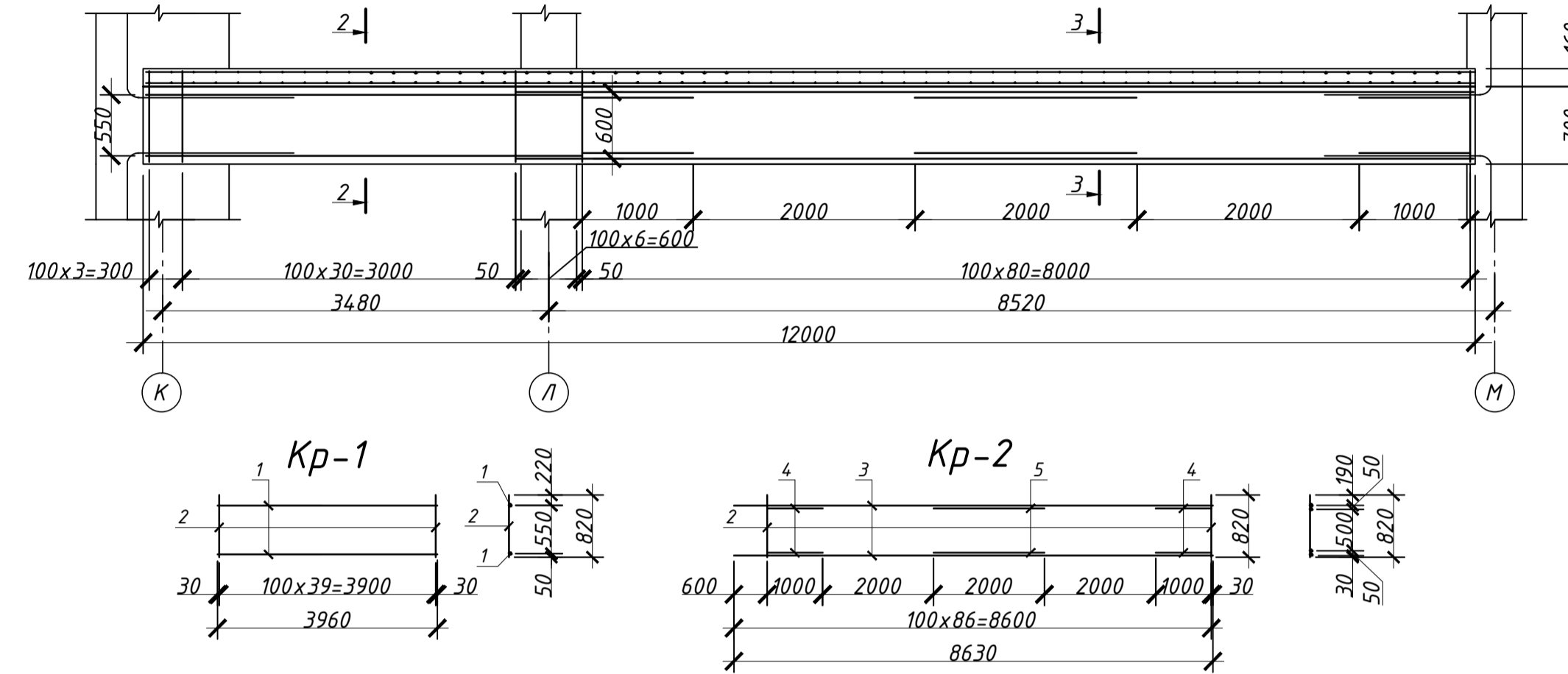
Армирование верхней грани фрагмента ПЛ-1.
2 ряд стержней (М1:200)



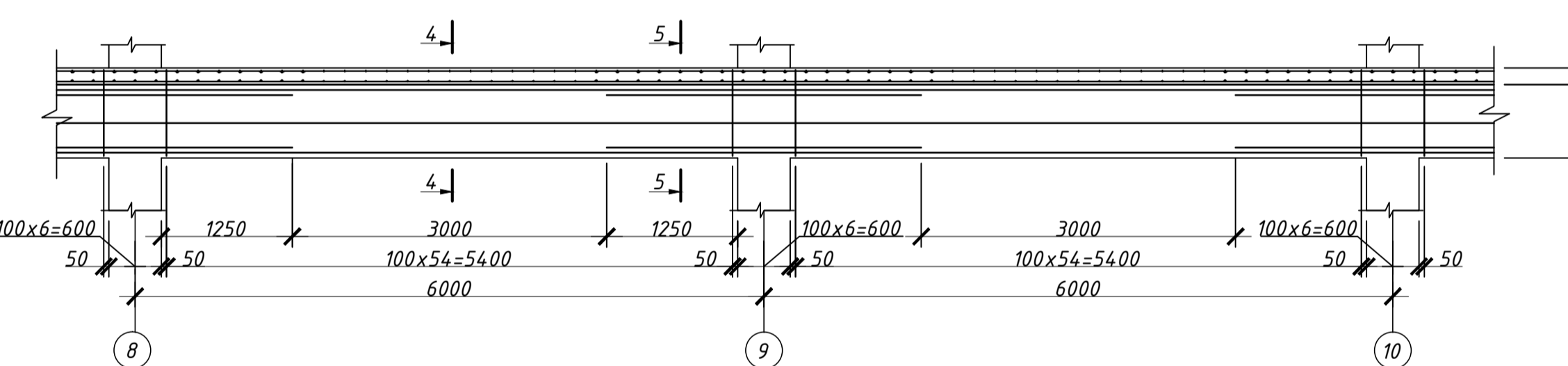
1-1 (М1:100)



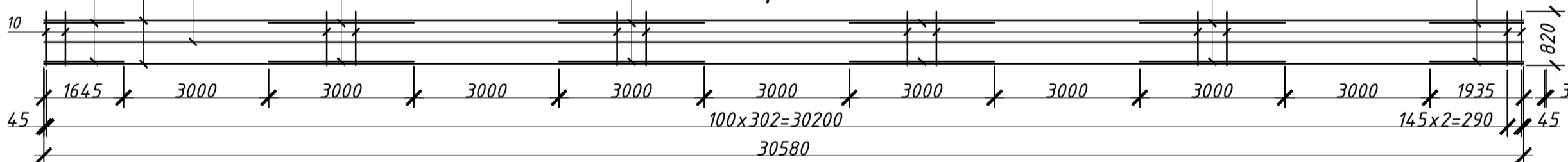
Б-1 (М1:50)



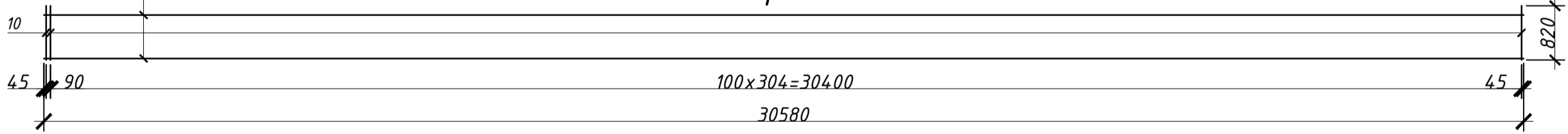
Б-2 (М1:50)



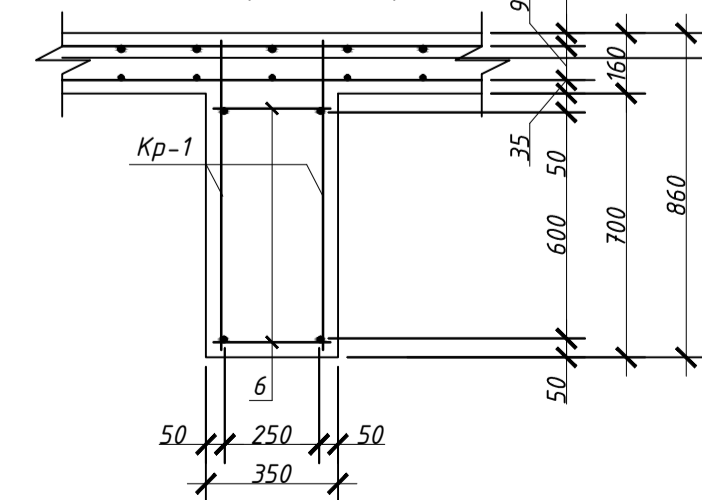
Кр-3



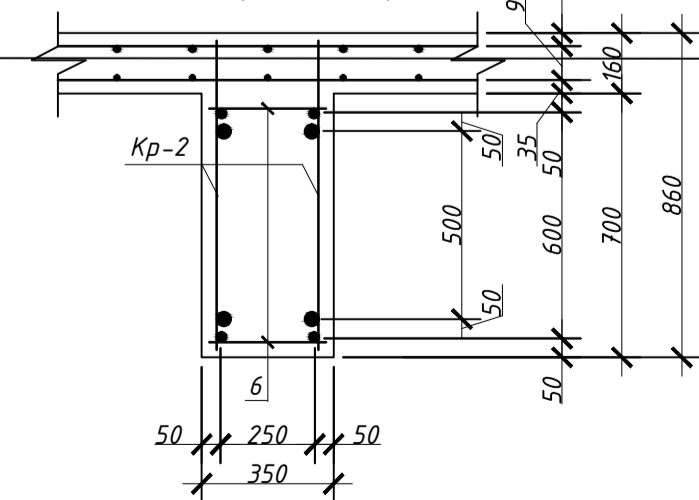
Кр-4



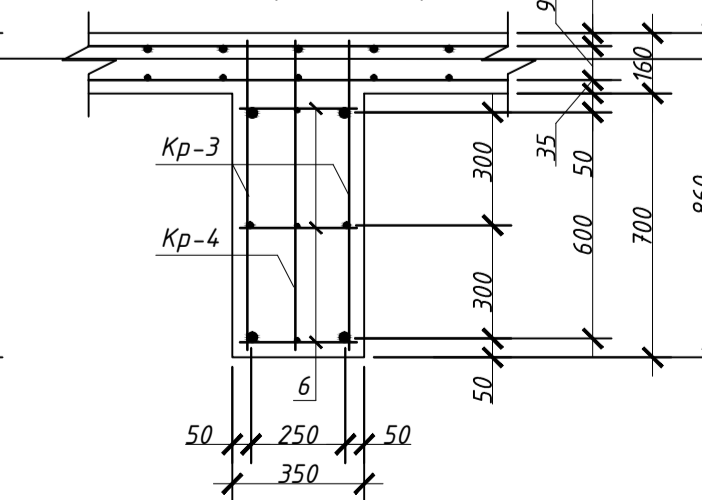
2-2 (М1:20)



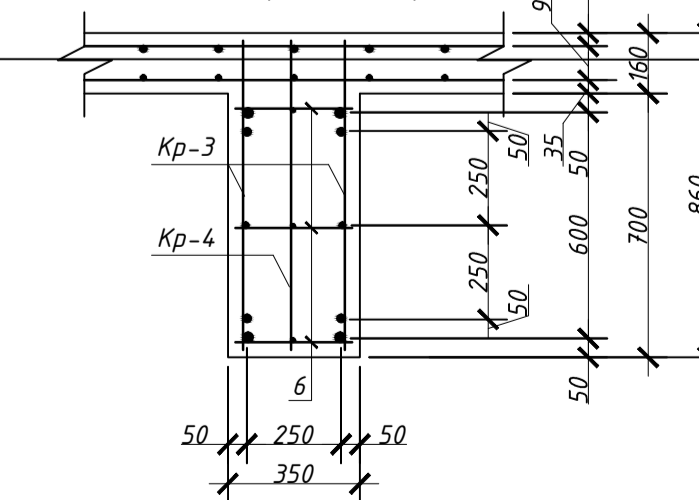
3-3 (М1:20)



4-4 (М1:20)



5-5 (М1:20)



Примечание:
1. Геометрические размеры, марка бетона и армирование приняты по результатам расчета, выполненного при помощи ПК "ЛИРА 9.6".
2. Сварку стержней каркасов производить электродами типа Э-42 ГОСТ 9467-75.

Спецификация ПЛ1, Б1, Б2

Позиции	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, кг	Прим.
Б-1		Балка $b \times h = 500 \times 700$ мм, $L = 12000$ мм	6		
		Сборочные единицы			
	Кр-1	Сварной каркас	2	16,86	
	Кр-2	Сварной каркас	2	216,51	
		Детали			
6	ГОСТ 5781-82*	$\Phi 6$ А240 $L = 310$ мм	254	0,069	
		ВСЕГО:		484,27	
		Кр-1			
1	ГОСТ 5781-82*	$\Phi 14$ А400 $L = 3960$ мм	2	4,79	
2	— // — // —	$\Phi 6$ А240 $L = 820$ мм	40	0,18	
		Итого:		16,86	
		Кр-2			
3	ГОСТ 5781-82*	$\Phi 25$ А400 $L = 8630$ мм	2	33,23	
4	— // — // —	$\Phi 36$ А400 $L = 1000$ мм	4	7,99	
5	— // — // —	$\Phi 36$ А400 $L = 2000$ мм	2	15,98	
7	— // — // —	$\Phi 14$ А240 $L = 820$ мм	87	0,99	
		Итого:		216,51	
		Бетон тяжелый В25		4,20	м ³
Б-2		Балка $b \times h = 500 \times 700$ мм, $L = 36400$ мм	3		
		Сборочные единицы			
	Кр-3	Сварной каркас	2	2014,01	
	Кр-4	Сварной каркас	2	261,06	
		Детали			
6	ГОСТ 5781-82*	$\Phi 14$ А240 $L = 310$ мм	909	0,375	
		ВСЕГО:		4891,02	
		Кр-3			
8	ГОСТ 5781-82*	$\Phi 25$ А400 $L = 30580$ мм	2	117,73	
9	— // — // —	$\Phi 14$ А400 $L = 30580$ мм	40	37,01	
10	— // — // —	$\Phi 12$ А240 $L = 820$ мм	303	0,73	
11	— // — // —	$\Phi 20$ А400 $L = 1645$ мм	2	4,06	
12	— // — // —	$\Phi 20$ А400 $L = 3000$ мм	8	7,41	
13	— // — // —	$\Phi 20$ А400 $L = 1935$ мм	2	4,78	
		Итого:		2014,01	
		Кр-4			
10	ГОСТ 5781-82*	$\Phi 12$ А240 $L = 820$ мм	306	0,73	
14	— // — // —	$\Phi 10$ А400 $L = 30580$ мм	2	18,84	
		Итого:		261,06	
		Бетон тяжелый В25		12,74	м ³
ПЛ-1		Плита ПЛ-1, $30640 \times 12700 \times 160$ мм	1		
15	ГОСТ 5781-82*	$\Phi 12$ А400 $L = 30600$ мм	87	27,15	
16	— // — // —	$\Phi 12$ А240 $L = 11800$ мм	223	10,47	
17	— // — // —	$\Phi 6$ А400 $L = 11800$ мм	75	2,62	
18	— // — // —	$\Phi 10$ А400 $L = 11800$ мм	145	7,27	
20	— // — // —	$\Phi 6$ А400 $L = 30600$ мм	35	6,79	
		Бетон тяжелый В25		62,26	м ³

Ведомость расхода стали на элемент

Марка элемента	Изделия арматурные										Общий расход на элемент	
	Арматура класса											
	ГОСТ 5781-82*											
	А 240					А 400						
	$\Phi 6$	$\Phi 8$	$\Phi 10$	$\Phi 12$	$\Phi 14$	$\Phi 16$	$\Phi 18$	$\Phi 20$	$\Phi 25$	$\Phi 36$		
ПЛ-1						434,15	1054,15	4696,86				6185,16
Б-1	31,93								19,16		132,92	128,00
Б-2		889,14	340,88			75,36		2960,8	153,92		470,92	4891,02

Зав. каф.	Ласьков Н.Н.											
Руковод.	Артемкин Д.В.											
Консультанты												
Архитект.	Артемкин Д.В.											
Констр.рук.	Артемкин Д.В.											
НИР	Артемкин Д.В.											
ОиФ	Артемкин Д.В.											
ТОПС	Артемкин Д.В.											
Экономик.	Артемкин Д.В.											
БЖД	Артемкин Д.В.											
Разраб.	Кожеева А.С.											

ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017

Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе

Расчетно-конструктивный раздел

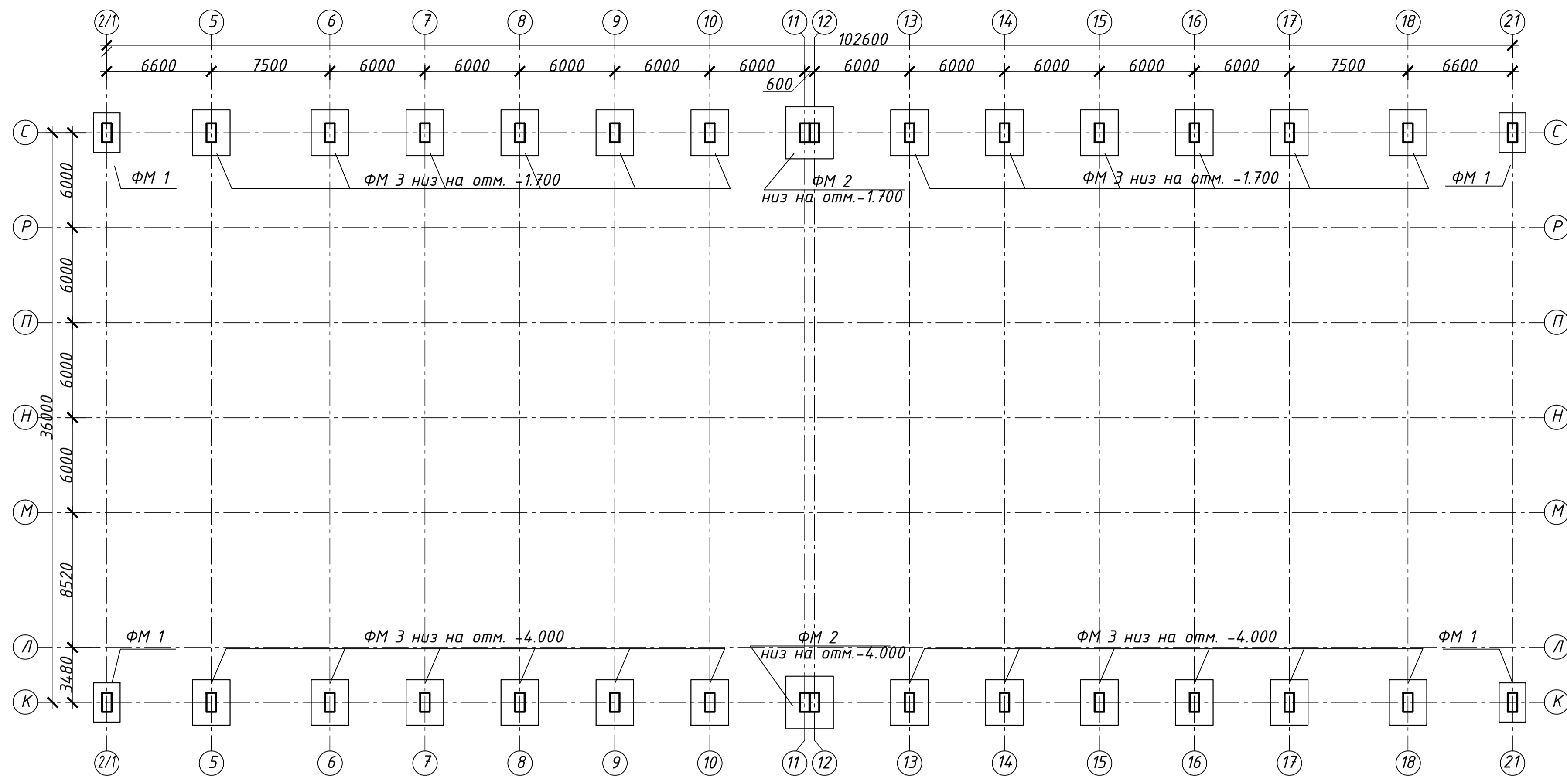
Расчет фрагмента монолитного ребристого перекрытия на отм. +5,100 в осях "6-11" / "И-М"

Стадия Лист Листов

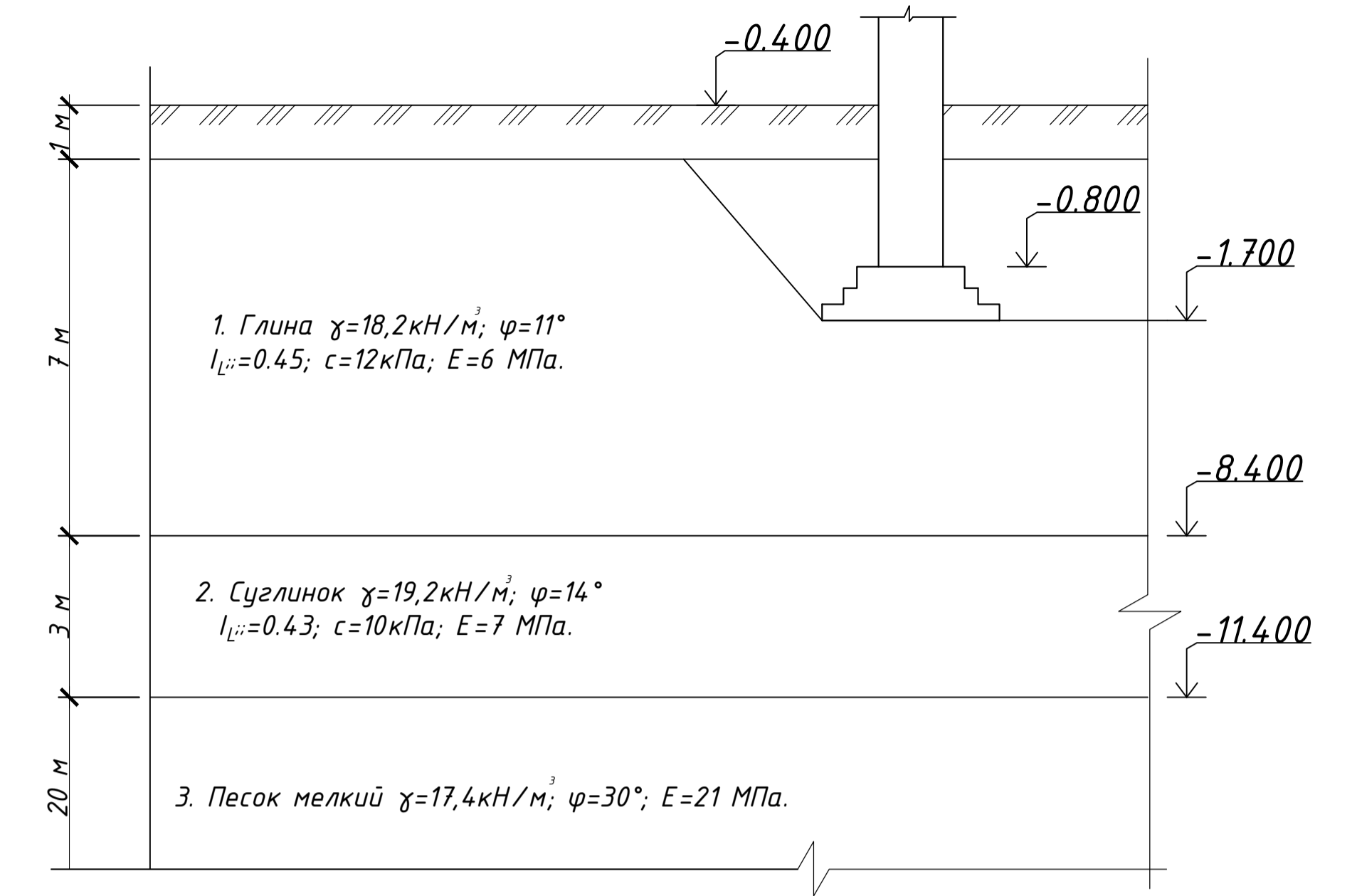
ВКР 8 13

ПГУАС каф. СК гр. Ст-21м

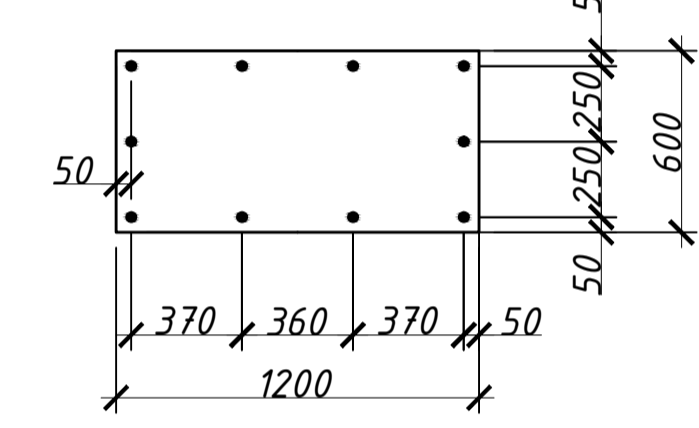
Схема расположения фундаментов в осях "2/1-21" - "К-С"



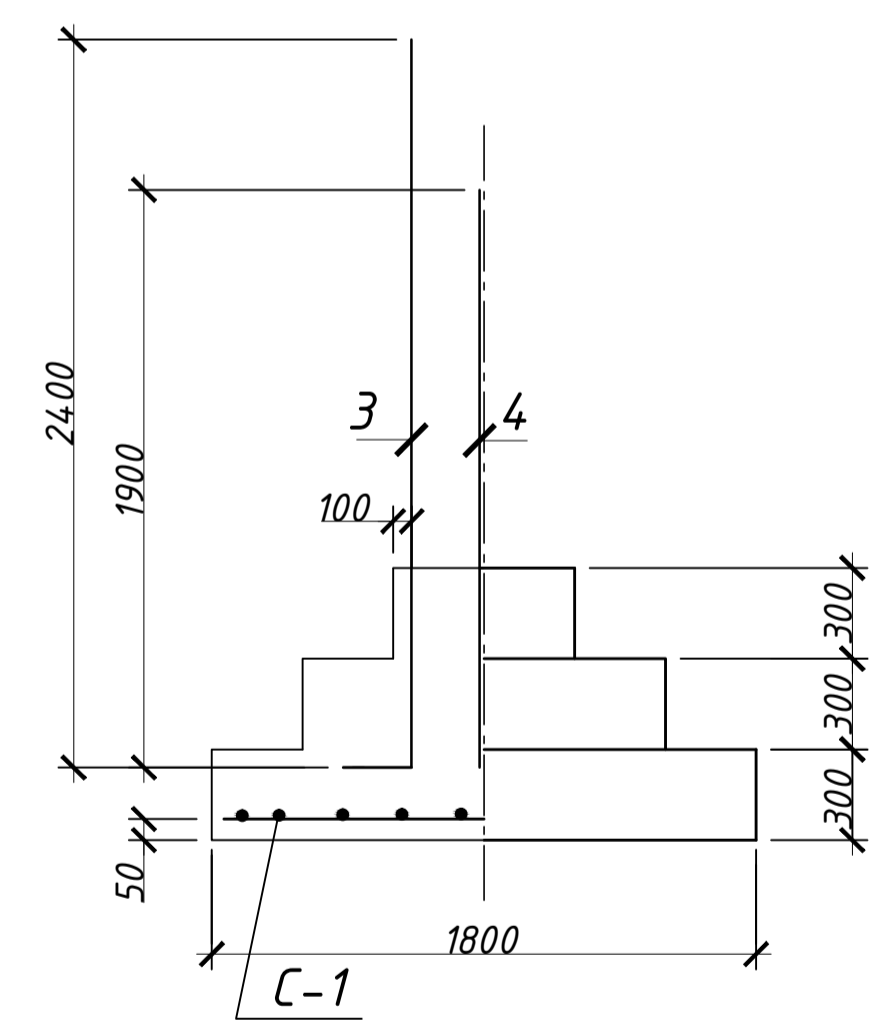
Геологический разрез фундамента



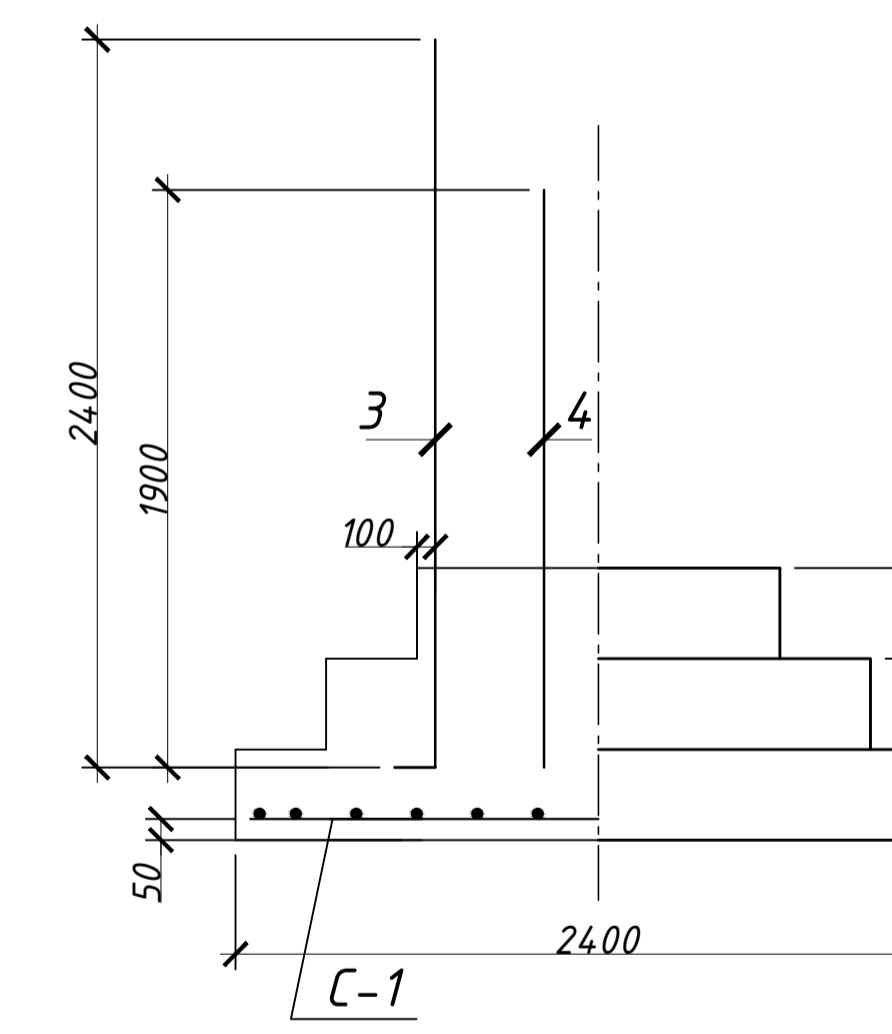
3 - 3



1 - 1

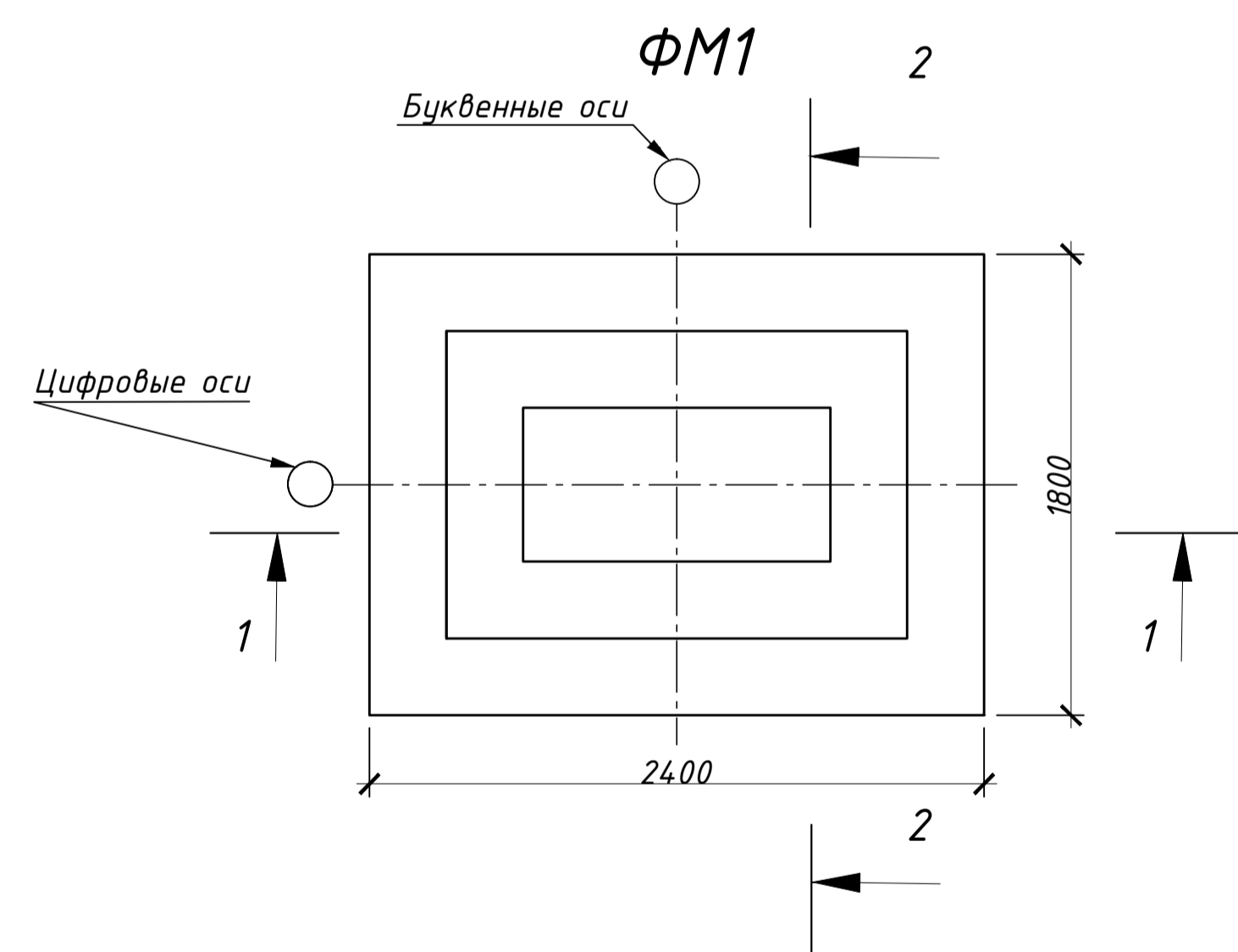


2 - 2

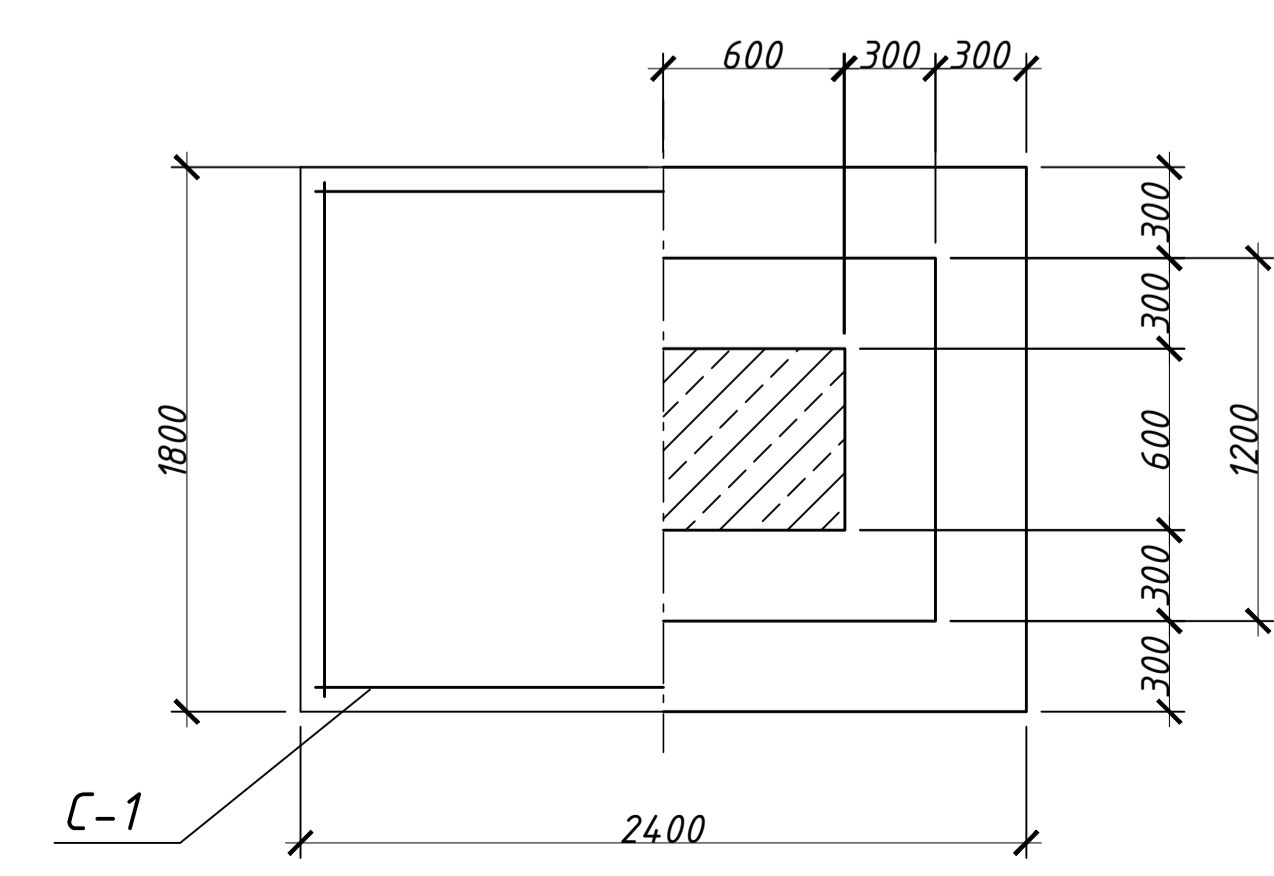
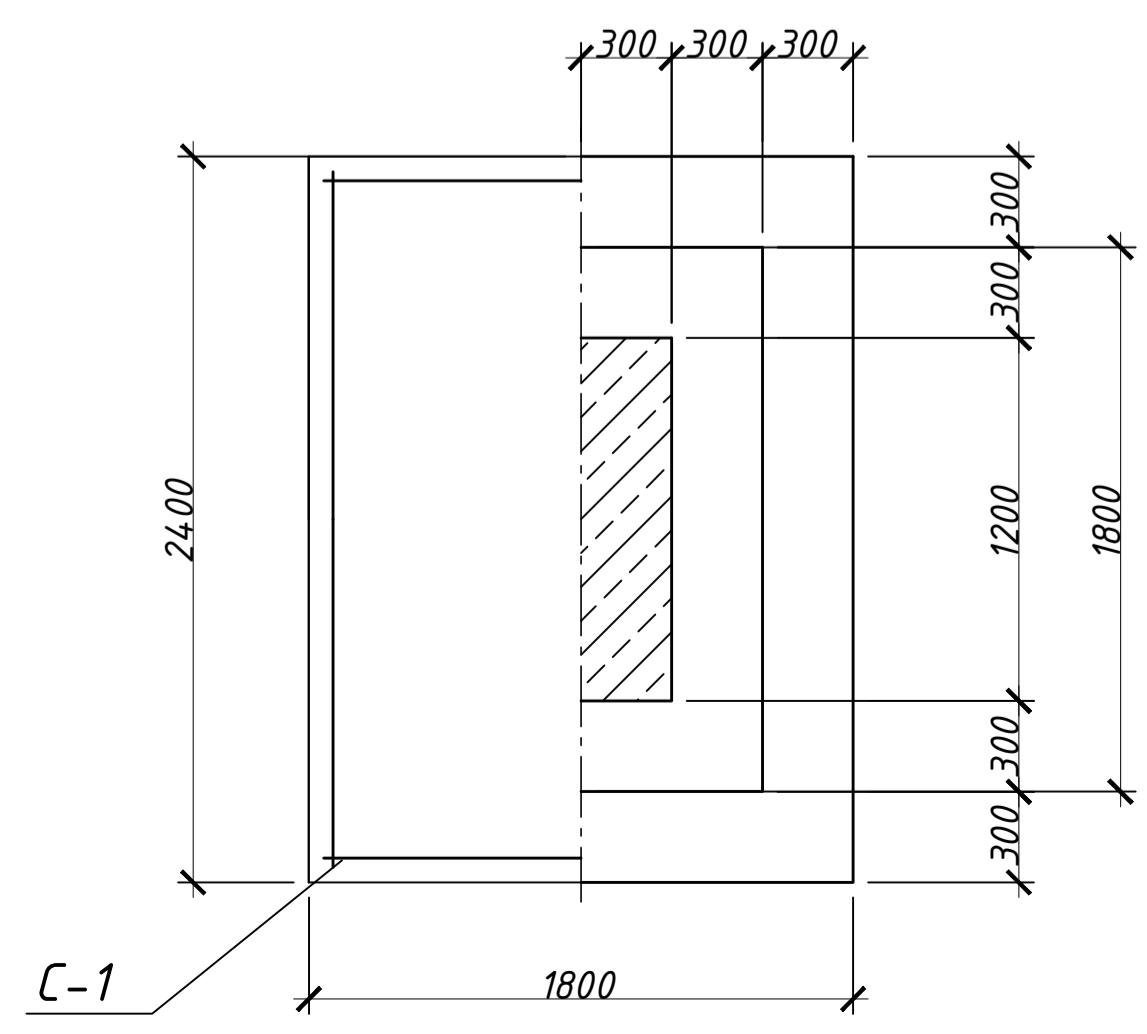
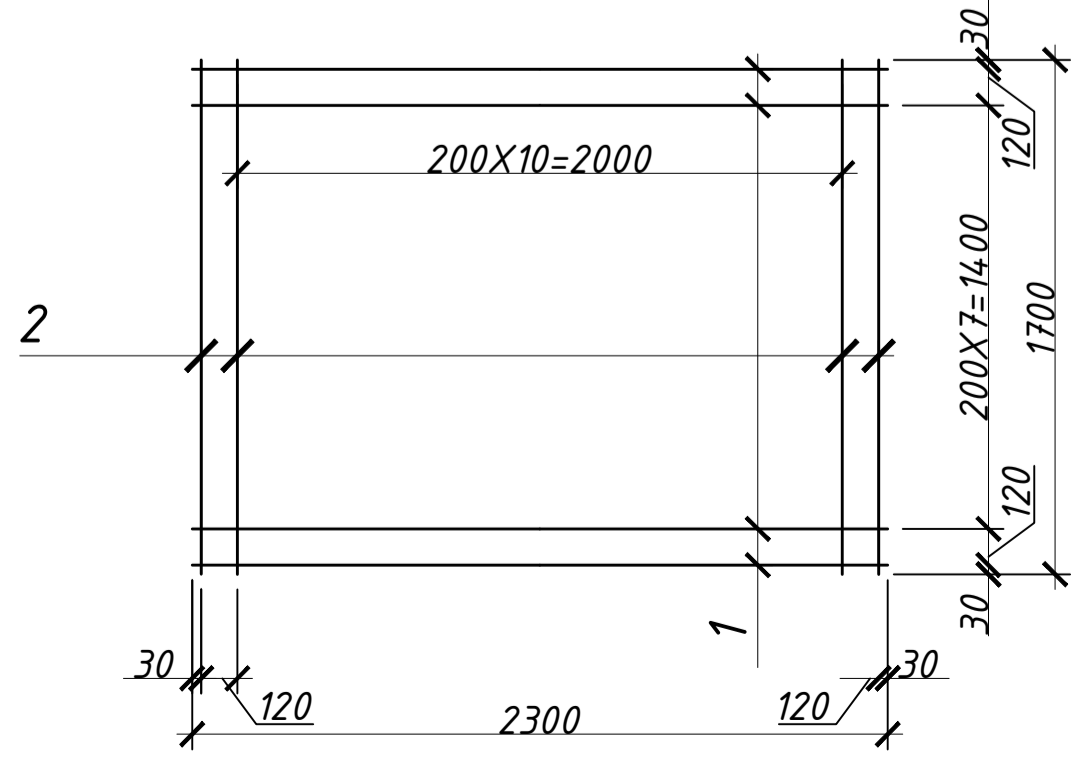


Спецификация

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч. (масса ед. кг)
ФМ-1	КЖИ	Фундамент монолитный	4	215
		Сборочные единицы		
С1	КЖИ	Сетка С1	1	27,89
1	ГОСТ 5781-82*	$\phi 10$ А240 L=1700	13	13,62
2	ГОСТ 5781-82*	$\phi 10$ А240 L=2300	10	14,17
		Итого:	4	111,36
		Детали		
3	ГОСТ 5781-82*	$\phi 25$ А400 L=2400	4	36,97
4	ГОСТ 5781-82*	$\phi 25$ А400 L=1900	6	43,91
		Итого:	4	323,52
		Всего:		434,88
		Материалы		
		Бетон класса В 25		8,64 м ³



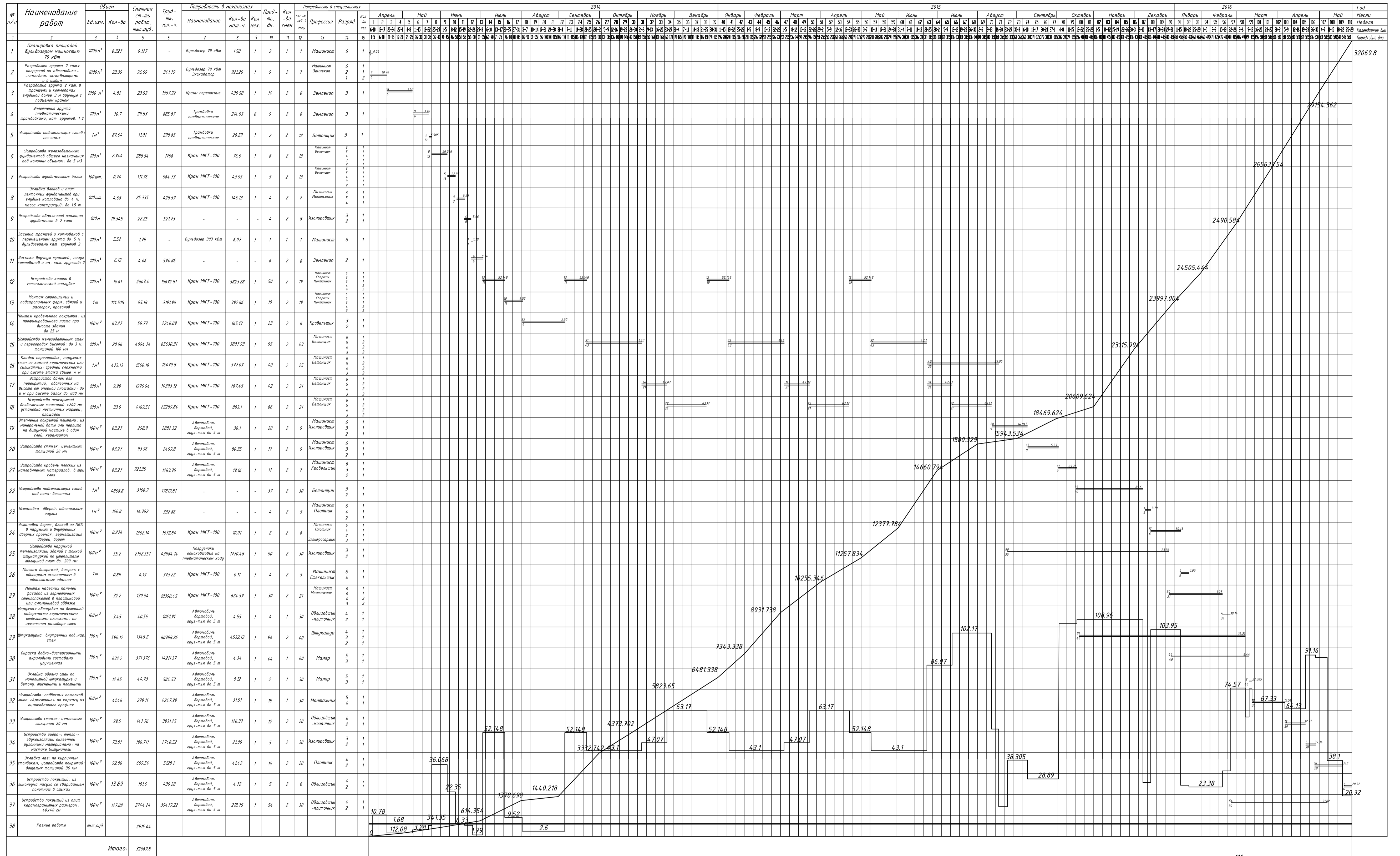
С1



Марка элемента	Изделия арматурные				Общий расход	
	Арматура класса					
	ГОСТ 5781-82*					
	А 240		А 400			
	$\phi 10$	Итого	$\phi 25$	Итого	Всего	
Колонна	27.79	27.79	80.88	80.88	108.67	434.88

Зав. каф.	Ласьков Н.Н.				ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017		
Руковод.	Артемьев Д.В.				Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе		
Консультант					Стадия	Лист	Листов
Архитект.	Артемьев Д.В.				ВКР	10	13
Констр.	Артемьев Д.В.						
НИР	Артемьев Д.В.						
ОиФ	Артемьев Д.В.						
ТОПС	Артемьев Д.В.						
Экономик.	Артемьев Д.В.						
БЖД	Артемьев Д.В.						
Разраб.	Кожеева А.С.				ЛГАС каф. СК гр. Ст-21м		

Календарный план строительства



ТЭП календарного плана

Общая продолжительность строительства - 550 дней

Общая трудоемкость - 45120.15 чел.-смен

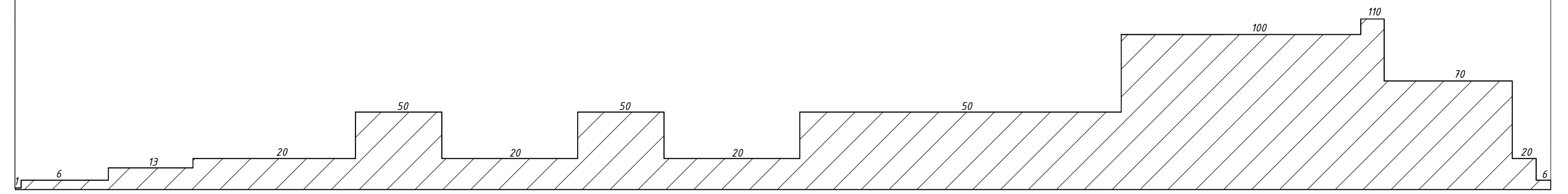
Общая машиноёмкость - 2727.38 маш.-смен

Уровень сборности - 0.46

Уровень механизации - 0.43

Коэффициент неравномерности движения рабочей силы $K_n = 1.34$

Коэффициент совмещения работ $K = 1.56$



Условные обозначения

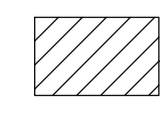
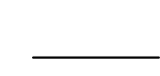


График движения рабочей силы



Дифференциальный график капитальных вложений



Интегральный график капитальных вложений

A B

B

A - продолжительность работы, дн.,

B - сметная стоимость, тыс.руб.,

B - количество рабочих в смену, чел.

Зав. каф.	Ласьков Н.Н.			ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017		
Руковод.	Артемич Д.В.			Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе		
Консультант				Технология и организация строительства		
Архитект.	Артемич Д.В.			Стадия	Лист	Листов
Констр.	Артемич Д.В.			ВКР	12	13
НИР	Артемич Д.В.			Календарный план строительства		
ОиФ	Артемич Д.В.			ПГУАС		
ТОПС	Артемич Д.В.			каф. СК гр. Ст-21м		
Экономик.	Артемич Д.В.					
БЖД	Артемич Д.В.					
Разраб.	Кожеева А.С.					

Технологическая схема на монтаж покрытия в осях "2/1-21" / "К-С"

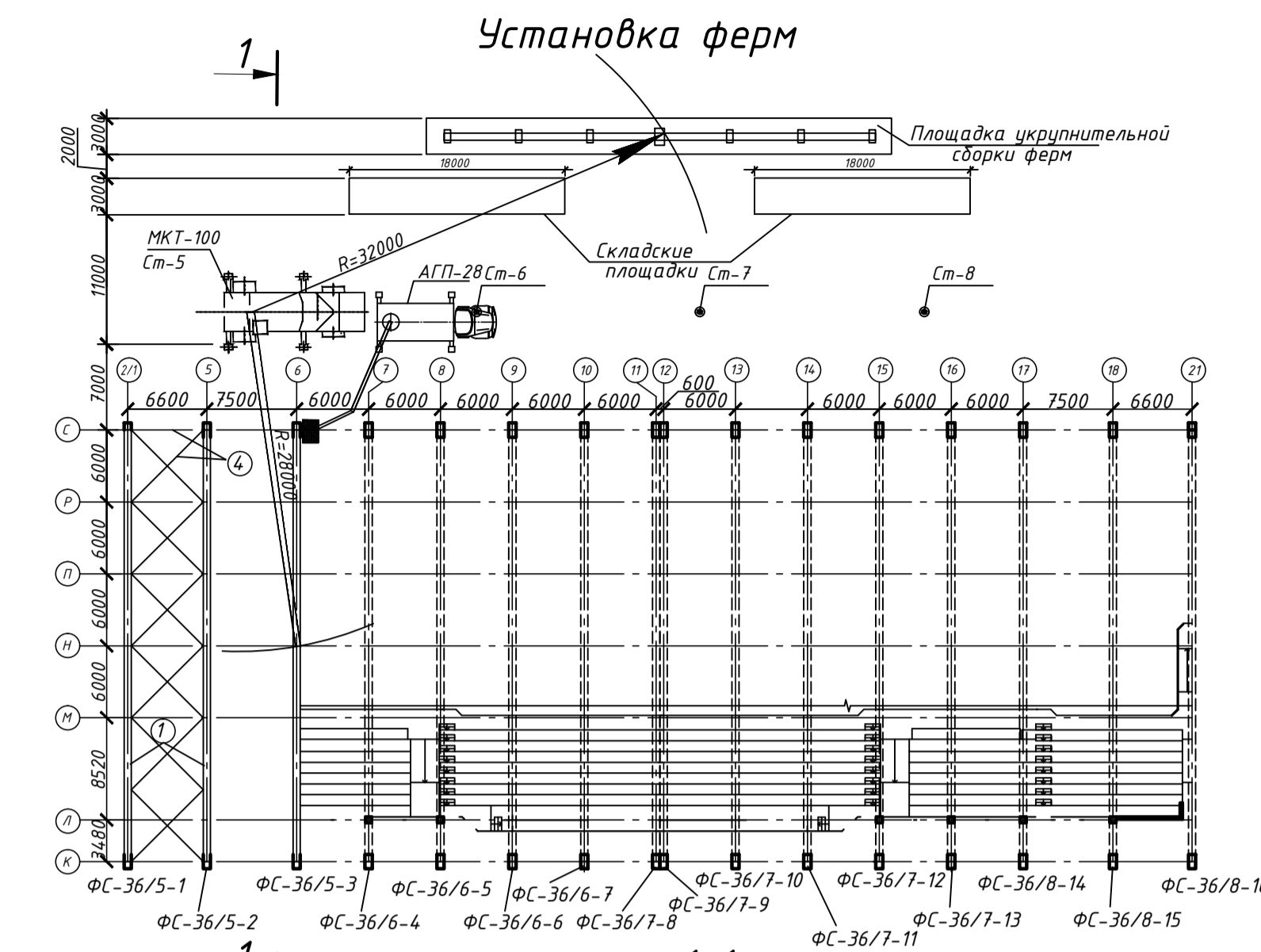
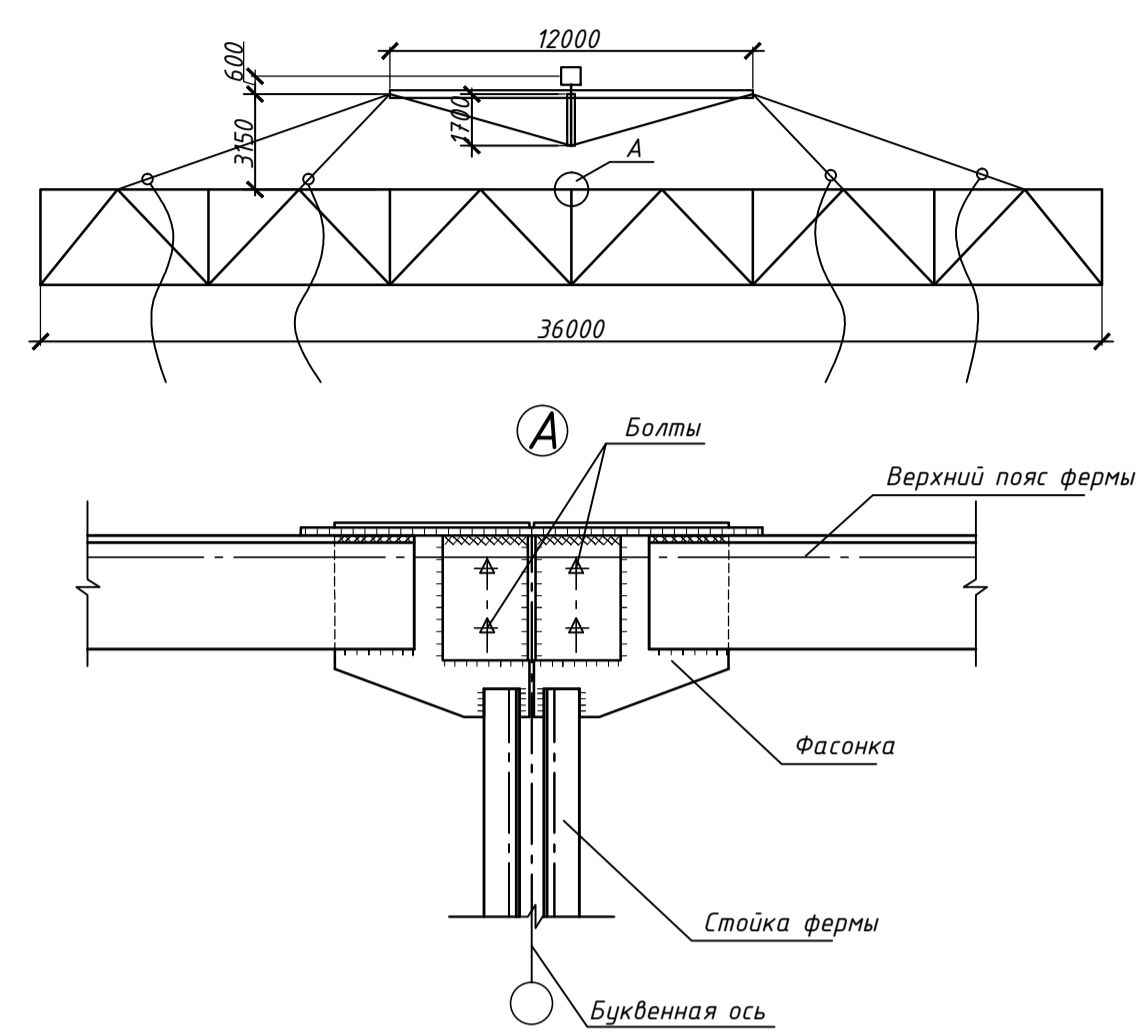
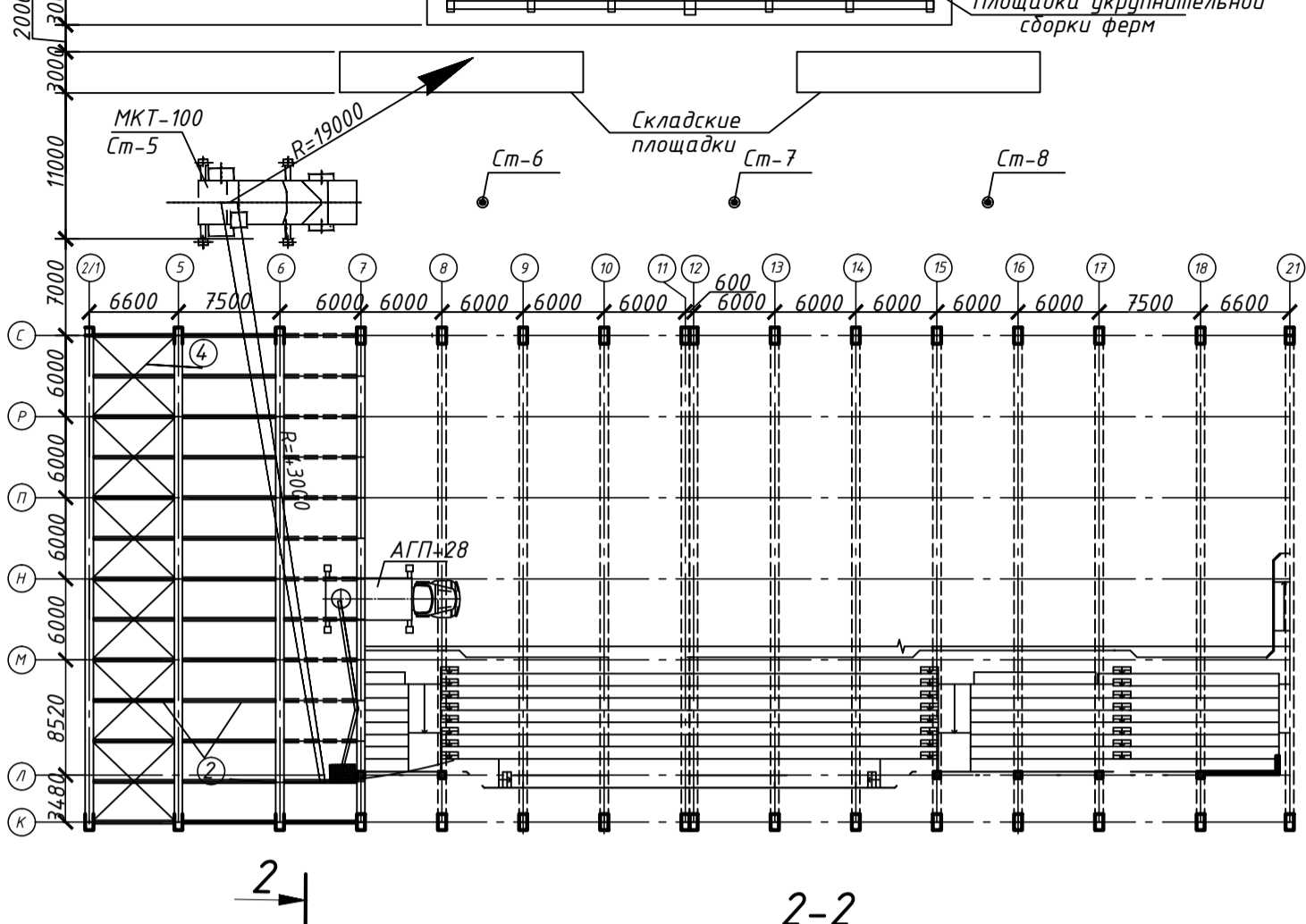


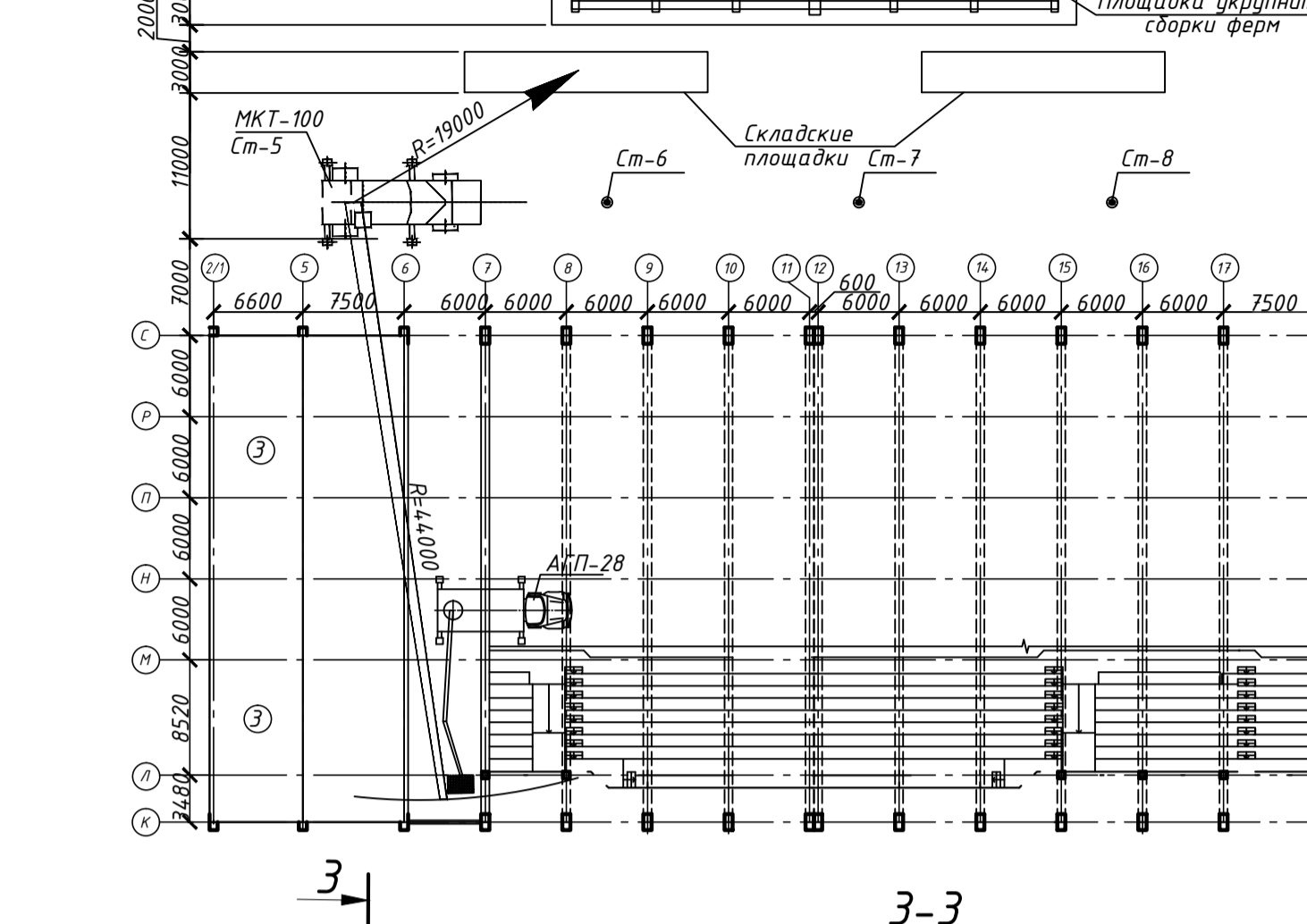
Схема строповки фермы с помощью траверсы 15946Р-11 ПИ Промстальконструкции



Установка прогонов покрытия

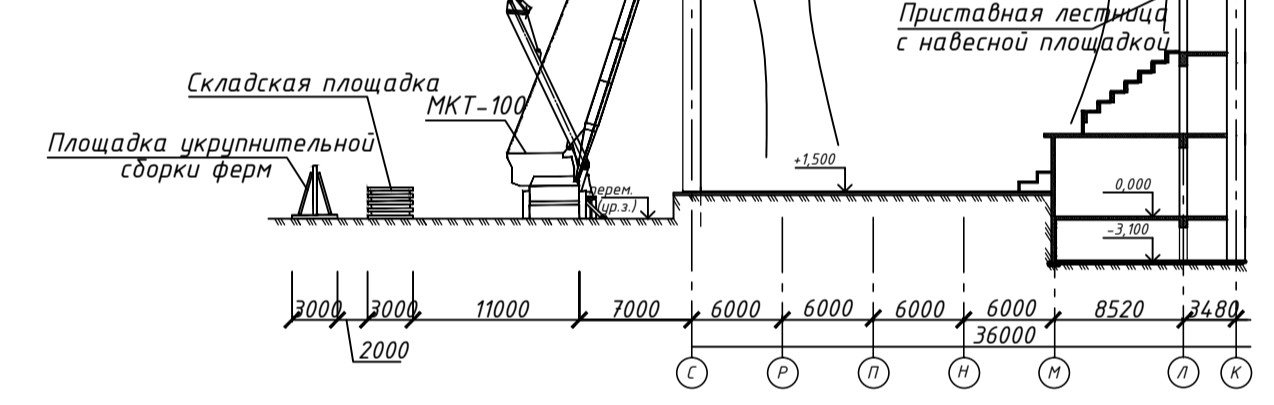


Установка профилированного настила

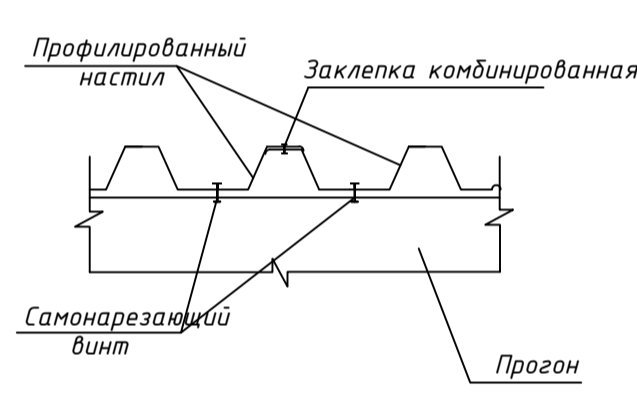


Условные обозначения

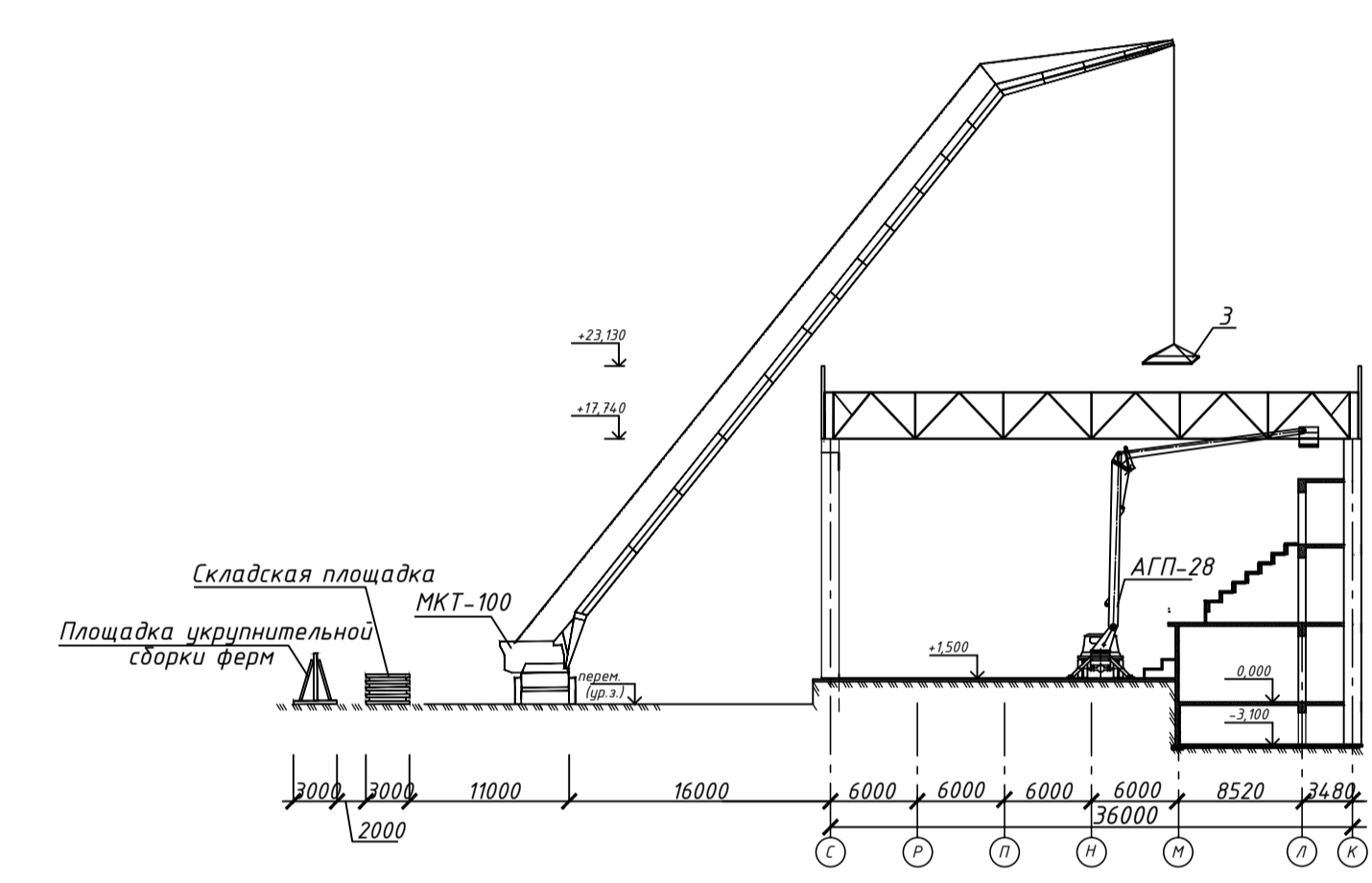
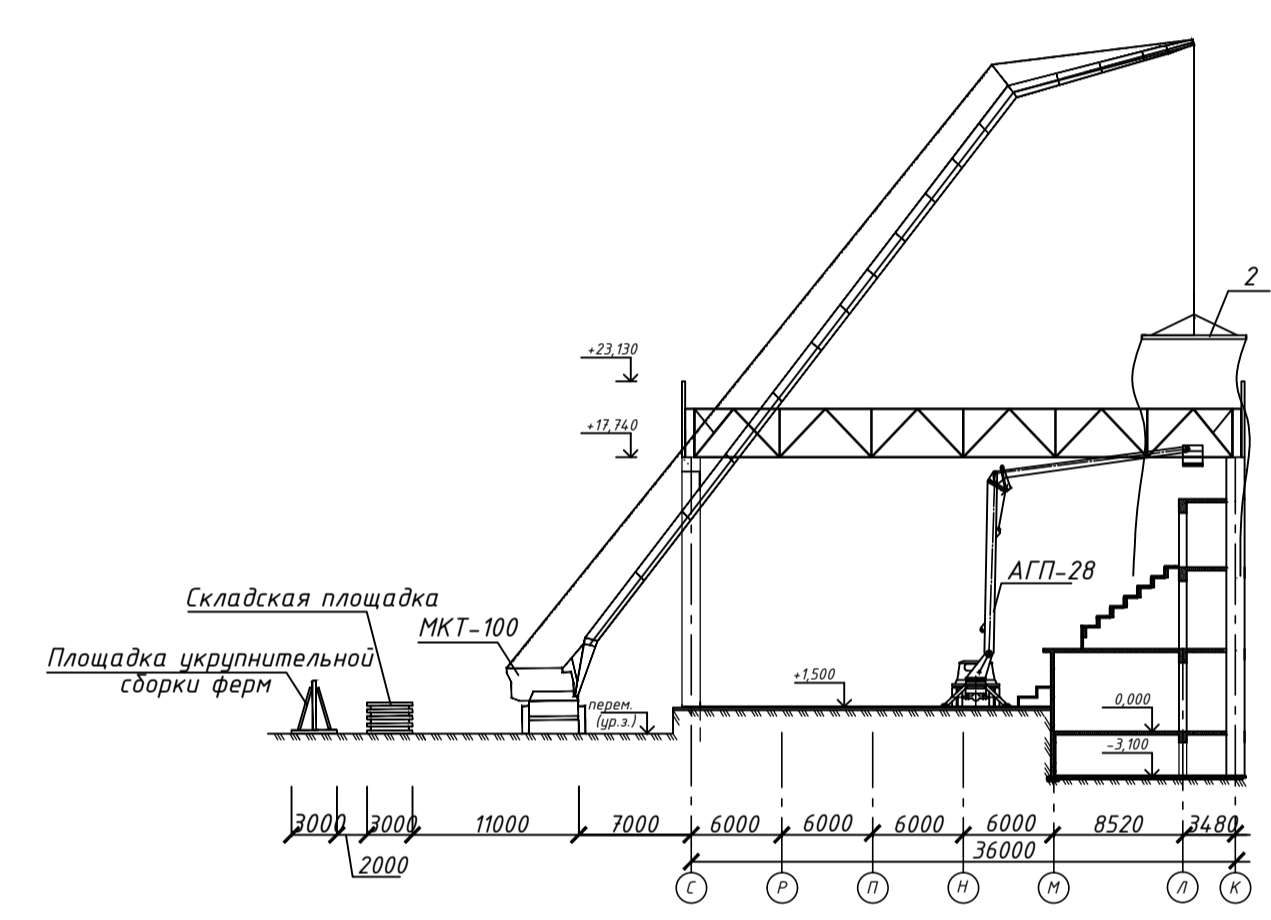
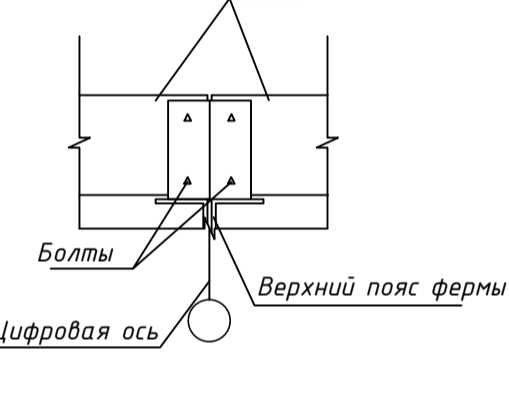
- Стоянка монтажного крана
- Установленные конструкции
- - - - - Не установленные конструкции
- 1 - Фермы
- 2 - Прогоны
- 3 - Профилированный настил
- 4 - Связи и распорки



Узел крепления профилированных настилов и прогона



Узел крепления прогонов



Монтажные приспособления, оснастка, инструмент

Наименование	Марка	Кол.	ГОСТ
Для ведения процессов			
1 Строп	2СК-6,3	1	ГОСТ 25573-82
2 Строп	2СК-4,0	1	ГОСТ 25573-82
3 Строп	4СК-4,0	1	ГОСТ 25573-82
4 Траверса	15946Р-11	1	Промстальконструкции
5 Оттяжки из пенькового каната	d=25	4	
6 Сварочный трансформатор	ТС-500	1	
7 Приставная лестница с площадкой	ММ	2	ГОСТ 2310-7
8 Малолет	ММ	2	ГОСТ 2310-7
9 Лом монтажный	ЛМ	2	ГОСТ 1405-03
10 Ножницы по металлу		2	
11 Щетка стальная		2	

Основные конструкции, материалы и полуфабрикаты

Наименование	Марка	Ед. изм.	Количество
Стропильная ферма	ФС-36 1/2	шт	32
Прогоны	П-1	шт	156
Связи и распорки		т	10,46
Профилированный настил	Н-57	100м ²	36,94

Машины, механизмы

Наименование	Тип	Марка	Кол.	Характеристика
Монтажный кран	Стреловой	МКТ-100	1	Г/л - 100т. Вылет стрелы 8-54м.
Автомобиль	Седельный тягач	МАЗ 504А	4	180 л.с.
Полуприцеп-фермовоз	Касетно-ферменный	УПР-1218	2	Г/л 10,57т. Размер касеты 18600x850 мм
Универсальный прицеп	Раздвижной	УПР-1212	2	Г/л 12т. Габариты 12460x2500x2790 мм
Гидроподъемник на базе ЗИЛ-133	Вышка	АГП-28	1	Г/л 300 кг. Высота подъема 28м.

Таблица нормативных допусков СНиП 3.03.01-87

Эскиз	N откл. по эскизу	Параметр отклонений	Предельные отклонения, мм
Допускаемые отклонения от проектного положения ферм			
1	1	Отметки опорных узлов	±10
2	2	Стрела прохода (кривизна) между точками закрепления сжатых участков пояса фермы	0,0013 длины закрепленных участков но не более 15
3	3	Расстояние между осями ферм по верхним поясам между точками закрепления	±15
4	4	Смещение ферм, с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15
Допускаемые отклонения от проектного положения прогонов			
5	5	Расстояния между прогонами	5
Допускаемые отклонения профилированного настила			
6	6	Отклонения положения центров высокопроч. дюбелей, самонарезающих болтов и винтов	5
7	7	Отклонение длины опирания настила на прогоны в местах поперечных стыков	0, -5

Состав бригады

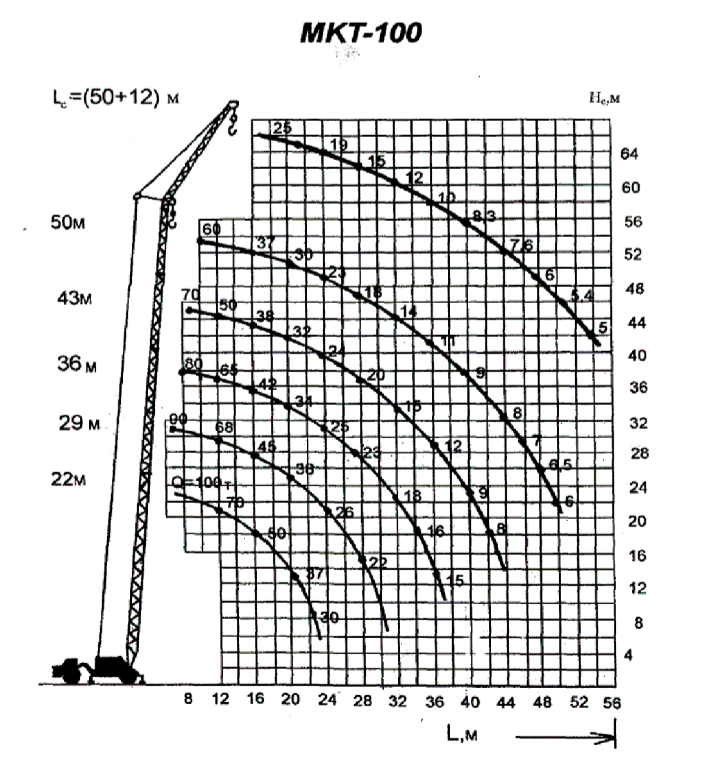
Номер звена	Состав звена	Кол-во	Перечень работ
1	Машинист крана 6 раз.	1	Выгрузка и складирование элементов покрытия
2	Монтажник 6 раз. 4 раз. 3 раз. Машинист крана 6 раз.	1	1. Укрупнительная сварка ферм
		2	2. Подготовка ферм к монтажу
		2	3. Установка в проектное положение и закрепление ферм
		1	4. Раскрепление ферм пространственными связями
		1	5. Установка в проектное положение и закрепление прогонов, проф. настила

График трудового процесса на монтаж конструкций покрытия

Операции	Время, мин								Продолжит. мин.	Затраты труда чел.-мин
	100	200	300	400	500	600	700	800		
Укрупнительная сборка 2-х ферм	[График]								230	1380
Монтаж первой фермы	[График]								45	270
Крепление ферм к опорным стойкам	[График]								40	240
Монтаж второй фермы	[График]								95	570
Раскрепление ферм простран-ми связями	[График]								160	946
Установка и крепление прогонов	[График]								91	549
Устройство профилированных листов	[График]								157	944
Итого:									818	4839

Калькуляция трудовых затрат

Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Объем работ	T/з чел.-ч всего	T/з маш.-ч всего
ФЕР 09-03-012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм	т	87,205	1530,7	252,4
ФЕР 09-03-014-01	Монтаж связей и распорок	т	10,46	661,9	39,96
ФЕР 09-03-015-01	Монтаж прогонов	т	24,31	383,87	37,93
ФЕР 09-04-002-01	Монтаж кровельного покрытия из профлиста	100м ²	36,94	995,87	73,21



Зав. каф. Руководитель	Ласков Н.Н. Артемич Д.В.	ВКР - 2069059 - 08.04.01 - 151125 - 2017	Исследование фактической работы несущих конструкций здания спортивно-зрелищного комплекса размерами в плане 72,9 x 102,6 м в г. Пензе	Стадия	Лист	Листов
Консультанты	Артемич Д.В. Артемич Д.В. Артемич Д.В. НИР			ВКР	13	13
ОиФ	Артемич Д.В.	Технология и организация строительства	Технологическая карта на монтаж элементов покрытия в осях К-С 3-16	ПГУАС каф. СК гр. Ст-21м		
ТОПС	Артемич Д.В.					
Экономик.	Артемич Д.В.					
БЖД	Артемич Д.В.					
Разраб.	Кожева А.С.					