

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Рецензент:

Заведующий кафедрой:

_____ Пикус Г.А.

«__» _____ 2019 г.

«__» _____ 2019 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе бакалавра на тему:

Двухэтажный физкультурно-оздоровительный комплекс в городе Екатеринбурге

ЮУрГУ 08.03.01 «Строительство». АСИ-444. ПЗ ВКР

Консультант раздела Архитектура:

Руководитель: Канд. техн. наук, доцент

_____ Оленьков В.Д.

_____ Мельник А.А.

«__» _____ 2019 г.

«__» _____ 2019 г.

Консультант Расчетно-конструктивного
раздела:

Проверка по системе антиплагиат: _____%

_____ Анкудинов В.В.

_____ Мельник А.А.

«__» _____ 2019 г.

«__» _____ 2019 г.

Консультант раздела Технологии и
Организации строительства:

Нормоконтролер:

_____ Мельник А.А.

_____ Мельник А.А.

«__» _____ 2019 г.

«__» _____ 2019 г.

Автор ВКР:

_____ Суфиянова Е.Р.

«__» _____ 2019 г.

г. Челябинск - 2019

Суфиянова Екатерина Руслановна, Двухэтажный физкультурно-оздоровительный комплекс в городе Екатеринбурге, пояснительная записка. – Челябинск: ЮУрГУ, 2019, 95 стр., библ. наим. – 52, табл. – 22, илл. – 30.

В дипломной работе рассмотрены вопросы возведения физкультурно-оздоровительного комплекса со специализированным залом катка. Разработаны основные архитектурно-планировочные и конструктивные решения здания. В расчетно-конструктивном разделе выполнен расчет каркаса зала, включающий сбор нагрузок и конструирование конструкций. Разработана технологическая карта на монтаж покрытия зала, включающая выбор машин, механизмов и приспособлений, определение объемов и трудоемкости работ, а также разработку графика производства работ. Рассмотрена организация строительного производства, разработан календарный план и строительный генеральный план на основной период строительства.

				АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ			
	Фамилия	Подпись	Дата				
Зав.каф.	Пикус			Двухэтажный физкультурно-оздоровительный комплекс в городе Екатеринбурге	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Мельник				ВКР	4	95
Руковод.	Мельник				ЮУрГУ		
Консульт.	Мельник				Кафедра СПТС		
Разраб.	Суфиянова						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	10
2 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	14
2.1 Исходные данные	14
2.2 Генеральный план	15
2.2.1 Характеристика земельного участка	15
2.2.2 Планировочная организация земельного участка	16
2.2.3 Организация рельефа	16
2.2.4 Решения по благоустройству территории	17
2.2.5 Транспортные коммуникации	17
2.3 Объемно-планировочные решения	18
2.3.1 Объемно-планировочные решения административно-бытовой части.....	18
2.3.2 Объемно-планировочные решения спортивно-бытовой части	19
2.3.3 Объемно-планировочные решения ледовой арены	20
2.3.4 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	20
2.4 Конструктивные решения	21
2.4.1 Подземная часть объекта строительства	21
2.4.2 Конструктивные решения ледовой арены	22
2.4.3 Конструктивные решения административно-бытовой и спортивно- бытовой части	22
2.4.4 Отделка помещений	24
2.4.5 Окна и двери	25
2.4.6 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	26

2.5	Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций	27
2.6	Инженерное оборудование	30
2.6.1	Система электроснабжения	30
2.6.2	Система водоснабжения	31
2.6.3	Наружные сети водопровода	32
2.6.4	Система водоотведения	32
2.6.5	Наружные сети канализации	32
2.6.6	Сети связи	33
2.6.7	Технологические решения	34
2.6.8	Холодоснабжение	35
3	РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ	36
3.1	Технические решения	36
3.2	Сбор нагрузок	37
3.2.1	Постоянные нагрузки	37
3.2.2	Временные нагрузки	39
3.3	Создание расчетной схемы	41
3.4	Расчет и анализ результатов	44
3.5	Расчет фланцевого соединения	50
3.6	Расчет базы колонны	56
3.7	Связи	58
3.8	Стойки фахверка	60
3.9	Прогоны	60
4	ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	62
4.1	Область применения	62
4.2	Организация и технология выполнения работ	62
4.2.1	Требования к завершению предшествующих процессов	62
4.2.2	Перечень и технологическая последовательность процессов	63
4.3	Калькуляция трудовых затрат	67
4.4	График производства работ	71
4.5	Требования к качеству работ.....	72

4.6	Потребность в материально-технических ресурсах	74
4.7	Техника безопасности и охрана труда	78
4.8	Технико-экономические показатели	79
5	ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	80
5.1	Календарный план производства работ	80
5.2	Строительный генеральный план	84
5.2.1	Привязка монтажного крана	84
5.2.2	Приобъектные склады	84
5.2.3	Временные здания	85
5.2.4	Потребность в воде	87
5.2.5	Потребность в электроэнергии	89
5.2.6	Потребность в освещении	90
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	92

ВВЕДЕНИЕ

Активная физическая деятельность – это неотъемлемая часть долгой и счастливой жизни. На сегодняшний день одной из самых важных задач является воспитание здорового поколения. Спорт помогает человеку сохранять бодрость духа, поддерживать здоровье и хорошую форму тела. Физическая активность – это основа здорового образа жизни населения. Именно поэтому развитие физической культуры является неотъемлемой частью спортивной и здоровой нации.

Благодаря своему географическому положению, в России популярны как зимние, так и летние виды спорта. Некоторые люди ведут активный образ жизни для своего здоровья, а некоторые - для профессиональных целей. Россия на протяжении долгого времени считалась лидером мирового спорта, и важно сохранять это звание. Но людям, занимающимся спортом на профессиональном уровне, необходимо тренироваться круглый год. Например, футболисты играют на поле с покрытием из искусственной травы в зимнее время, а хоккеистам, в свою очередь, нужен лед летом. По этой причине появляется необходимость в специальных физкультурно-оздоровительных сооружениях. Поэтому выбранная тема выпускной квалификационной работы является актуальной.

От уровня оснащения тренировочного объекта зависит успешная профессиональная карьера. В комплексах со спортивно-технологическим оборудованием спортсмены могут физически развиваться и приобретать все необходимые навыки. Поэтому строительство физкультурно-оздоровительных объектов оказывает значительное влияние на развитие спортивной отрасли.

В городе Екатеринбурге находятся несколько открытых ледовых катков, предназначенных для массового катания. Также на территории города расположены спортивные сооружения с ледовыми аренами для занятий хоккеем с шайбой, керлингом и фигурным катанием. Ледовые виды спорта пользуются большим спросом у жителей Екатеринбурга.

									Лист
									8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ				

В связи с этим поставлена цель - строительство нового комплекса с ледовым полем, предназначенным для организации тренировочного процесса и проведения соревнований по шорт-треку. В данном проекте мною разрабатываются основные архитектурно-планировочные и конструктивные решения здания, планировочная организация земельного участка, а также расчетно-конструктивный и технологический разделы строительного производства.

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Здания спортивного назначения могут иметь каркасные и бескаркасные конструктивные схемы, а также схемы с неполным каркасом. Каждая из конструктивных схем обладает своим рядом преимуществ перед другими. В настоящее время спортивные комплексы, в состав которых входят крытые арены, целесообразно проектировать каркасными. Так как возможности планировочных решений каркасных схем позволяют проектировать широкую площадь зала без промежуточных опор.

Каркас здания в свою очередь делится в зависимости от материала на металлический и железобетонный. При строительстве малоэтажных сооружений предпочтение отдают металлическому каркасу. Это связано с высокой скоростью и простотой монтажа несущих металлических элементов, так как они имеют максимальную заводскую готовность. Быстровозводимые здания спортивного назначения стали выгодным решением в условиях ограниченного срока строительства.

К зданиям физкультурно-оздоровительных комплексов применительно серийное изготовление рамных конструкций с элементами переменной жесткости. Широкие возможности металлоконструкций рам переменного сечения объясняются сокращением трудозатрат, а следовательно сроков строительства. Металлические рамы выполняются как сплошного, так и решетчатого сечения.

Крыша – одна из самых ответственных ограждающих конструкций здания. Выбор кровельного покрытия зависит от множества факторов. Прежде всего, это технические и экономические характеристики материала кровли.

В качестве кровельного покрытия зданий спортивного назначения применяют рулонные и мембранные материалы. Данные виды мягкой кровли хоть и имеют один спектр использования, но вместе с тем они очень разные с точки зрения эксплуатации.

По оценкам экспертов, мембрана имеет долгий срок службы и может доходить до 50 лет. В свою очередь наплавляемые материалы имеют срок службы до 25 лет.

Мембрана может поддаваться монтажу и ремонту в любое время года. А так же скорость монтажа в 1,5 раза выше, чем кровли из рулонных материалов. Текущий ремонт протечек мембранной кровли гораздо проще, быстрее и дешевле. Монтаж битумных материалов может производиться только при положительной температуре окружающего воздуха.

Экономическое сравнение вариантов кровли.

Состав мембранной кровли:

- пароизоляция Изоспан В;
- утеплитель - минеральная вата "Rockwool" РУФ БАТТС Н плотностью 110 кг/м³ толщиной 150 мм;
- разуклонка - минеральная вата "Rockwool" РУФ БАТТС В плотностью 190 кг/м³ толщиной от 50 до 290 мм;
- разделительный слой - геотекстиль Дорнит 300г/м²;
- ковер из ПВХ-мембраны Protan SE (вес 1.8 кг/м²) толщиной 1,6 мм по профлисту Н75-750-0.9.

Состав рулонной кровли:

- пароизоляция - пленка ТехноНИКОЛЬ;
- утеплитель - минеральная вата Техно РУФ Н30 толщиной 120 мм;
- разуклонка подсыпкой керамзитного гравия фракциями 10-20мм;
- стяжка из цементно-песчаного раствора армированного сеткой;
- гидроизоляционный материал для нижнего слоя кровельного покрытия – техноэласт ЭПП;
- гидроизоляционный материал для верхнего слоя - техноэласт ЭКП.

Проведем экономический расчет двух вариантов устройства кровли. Калькуляция кровельного покрытия представлена в таблице 1.1.

Площадь покрытия кровли физкультурно-оздоровительного комплекса равна 4168 м².

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Таблица 1.1 – Калькуляция кровельного покрытия

Наименование	Кол-во	Цена за единицу		Стоимость, руб		Итого, руб
		Работа	Материал	Работа	Материал	
1. Мембранная кровля						
Устройство пароизоляции: Изоспан В	4168 м ²	1019 руб/100м ²	95 руб/м ²	42 417,92	395960,0	438377,92
Устройство утеплителя: минеральная вата «Rockwool» РУФ БАТТС Н 110 кг/м ³ – 150 мм	625,2 м ³	1703 руб/м ³	2082 руб/м ³	553 815,6	1301666,0	1855482,0
Устройство разуклонки: минеральная вата «Rockwool» РУФ БАТТС В 190 кг/м ³ – 50 мм -290 мм	433 м ³	1703 руб/м ³	4403 руб/м ³	737 399,0	1906499,0	2643898,0
Разделительный слой: геотекстиль Дорнит 300 г/м ²	41,68 100м ²	20 руб/м ²	41 руб/100м ²	83 360,0	1708,88	85068,88
Устройство плоских кровель: ПВХ-мембрана Protan SE (вес 18 кг/м ²) – 1,6 мм	4168 м ²	3387 руб/100м ²	240 руб/м ²	141170,1 6	1000320,0	1141490,16
Итого:						6164316,96
2. Кровля из рулонных материалов						
Устройство пароизоляции: пленка ТехноНИКОЛЬ	4168 м ²	1019 руб/100м ²	20 руб/м ²	42471,92	95864,0	138335,92
Устройство утеплителя: минеральная вата Техно РУФ Н30	625,2 м ³	1703 руб/м ³	4551 руб/м ³	1064715,6	2845285,2	3910000,8

Окончание таблицы 1.1

Наименование	Кол-во	Цена за единицу		Стоимость, руб		Итого, руб
		Работа	Материал	Работа	Материал	
Устройство разуклонки: гравий керамзитовый фр.10-20 мм	62,52 м ³	9254 руб/100м ²	1803 м ³	385706,72	112723,56	498430,28
Стяжка из цементно-песчаного раствора армированного сеткой	4168 м ²	7817 руб/100м ²	390 руб/м ²	325812,56	1625520,0	1951332,56
Устройство плоских кровель: техноэласт ЭПП	4168 м ²	6582 руб/100м ²	159 руб/м ²	274337,76	662712,0	937049,76
Устройство плоских кровель: техноэласт ЭКП	4168 м ²	6582 руб/100м ²	137 руб/м ²	274337,76	571016,0	845353,76
Итого:						8280503,08

Стоимость устройства кровли из рулонных материалов превышает стоимость устройства мембранной кровли. А также одним из отличительных достоинств мембранной кровли является возможность монтажа в любых погодных условиях. Круглогодичность монтажа сопровождается высокой скоростью и простотой.

Таким образом, в результате сравнения в проекте выбрано кровельное покрытие мембранного типа, так как оно является наиболее выгодным.

2 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1 Исходные данные

Физкультурно-оздоровительный комплекс запроектирован со следующими природно-климатическими характеристиками:

- 1) Район строительства – Свердловская область, город Екатеринбург;
- 2) Климатический район строительства: I В, согласно указаниям [1];
- 3) Температура воздуха для холодного периода года обеспеченностью 0,92 по таблице 3.1 [1]:
 - наиболее холодных суток – минус 38 °С;
 - наиболее холодной пятидневки – минус 32 °С;
- 4) Продолжительность отопительного периода по таблице 3.1 [1] – 221 сут;
- 5) Средняя температура отопительного периода по таблице 3.1 [1] – минус 5,4°С;
- 6) Зона влажности по приложению В [2]– сухая (3);
- 7) Влажностный режим помещений здания по таблице 1 [2] – сухой;
- 8) Температурный режим внутри помещений – плюс 18 °С;
- 9) Условия эксплуатации ограждающих конструкций по таблице 2 [2] – А;
- 10) Нормативное значение веса снегового покрова для III снегового района по карте 1 приложения Е [3] – 1,5 кПа (150 кгс/м²);
- 11) Нормативное значение ветрового давления для I ветрового района по карте 2 приложения Е [3] – 0,23 кПа (23 кгс/м²).
- 12) Преобладающие направления ветра в холодный и теплый периоды года представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Повторяемость различных направлений ветра, %

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	9	5	9	12	11	8	28	18
Июль	18	10	11	9	8	9	16	19

13) Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов определена расчетом по п. 5.5.3 [4]:

- для суглинков и глин – 1,57 м;
- для супесей, песков мелких и пылеватых – 1,91 м;
- для песков гравелистых, крупных и средней крупности – 2,04 м;
- для крупнообломочных грунтов – 2,3 м;

14) За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 225.450;

15) В соответствии с указаниями [5], статья 4, п.7;9 проектируемый объект строительства относится к нормальному классу ответственности (II);

16) Степень огнестойкости здания по [6] – II;

17) Класс конструктивной пожарной опасности здания по [6]– С0;

18) Класс пожарной опасности строительных конструкций по [7] –К0;

19) По функциональной пожарной опасности согласно [6] здание относится к классу Ф2.1.

2.2. Генеральный план

2.2.1 Характеристика земельного участка

Участок строительства расположен в Чкаловском районе г. Екатеринбурга на пересечении улицы Газетная и переулка Коллективный. Рельеф местности равнинный, овраги и насыпи на участке отсутствуют.

По климатическому районированию для строительства участок застройки располагается в подрайоне I В с умеренно-континентальным климатом, с холодной зимой и умеренно жарким летом.

Территория физкультурно-оздоровительного комплекса располагается в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к планировке и застройке городских и сельских населенных пунктов согласно [8], а также в соответствии с гигиеническими требованиями к санитарно-защитным зонам согласно [9].

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

2.2.2 Планировочная организация земельного участка

Площадь отведенного под строительство участка – 13500 м². Участок расположен на территории парка им. Чкалова. Схема планировочной организации земельного участка сохраняет сложившуюся планировку и предусматривает эффективное использование земельного участка. Техничко-экономические показатели представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Техничко-экономические показатели земельного участка

Наименование показателя	Ед.изм.	Значение
Площадь участка застройки	м ²	13500,00
Площадь застройки	м ²	4162,25
Площадь асфальтобетонного покрытия проездов и стоянок	м ²	4202,00
Количество машино-мест	м/мест	96
Площадь асфальтового покрытия тротуаров, дорожек и площадок	м ²	937,25
Площадь плиточного покрытия площадок	м ²	429,00
Площадь асфальтобетонной отмостки	м ²	213,00
Площадь озеленения в границах участка застройки	м ²	3556,50
Коэффициент твердых покрытий		0,44
Коэффициент озеленения		0,26

2.2.3 Организация рельефа

Опасных природных процессов на территории объекта строительства не отмечается. Проектом предусмотрено выполнение вертикальной планировки и водоотводных мероприятий, не допускающих обводнения котлована и фундаментов.

Рельеф участка преобразован в соответствии с архитектурно-строительными и транспортными требованиями и увязан с существующими отметками жилого пятиэтажного дома. Рельеф местности максимально сохранен, и созданы оптимальные уклоны по проездам, тротуарам и дорожкам. Отвод ливневых вод осуществляется по твердому покрытию проездов вдоль бордюрного камня в пониженную часть местности со сбросом в ливневую канализацию. В низких

точках благоустраиваемого участка проектом предусмотрено устройство дождеприемников, для перехвата излишка осадочных вод.

2.2.4 Решения по благоустройству территории

Для создания благоприятного микроклимата и формирования облика современной застройки предусматриваются работы по озеленению и благоустройству. На участке строительства благоустройство представлено асфальтобетонными проездами и автостоянками, устройством асфальтобетонных тротуаров и дорожек, разбивкой газонов.

Применено несколько видов твердых покрытий:

- двухслойное асфальтобетонное, $h = 0,49$ м (для проездов и автостоянок);
- однослойное асфальтобетонное, $h = 0,25$ м (для тротуаров и дорожек);
- плиточное, $h = 0,25$ м (для террасы перед главным входом).

Озеленение территории включает в себя разбивку газонов из многолетних трав, устойчивых к низким температурам, и посадку кедрового стланика.

На территории здания предусматривается установка малых архитектурных форм и переносных изделий: скамеек и урн. Площадка для сбора мусора оборудуется мусорными контейнерами.

2.2.5 Транспортные коммуникации

Проектом предусмотрено строительство кольцевой дороги с твердым асфальтовым покрытием вокруг здания шириной 6 м, обеспечивающее ввод сил и средств для ликвидации пожара по двум направлениям согласно [8]. Расстояние от внутреннего края подъезда до стены здания 7 м, что не более 8 м по [8].

На отведенной территории предусмотрены места для парковки легковых автомобилей работников и посетителей и машино-места для транспорта инвалидов, в том числе специализированные – для инвалидов на кресле-коляске. Количество машино-мест определяется согласно приложению Ж [8], а также уровню автомобилизации города. Основные пешеходные подходы и подъезды к ледовому дворцу предусматриваются со стороны улицы Газетная и переулка Коллективный.

2.3 Объемно-планировочные решения

Объемно-планировочные решения физкультурно-оздоровительного комплекса приняты в соответствии с требованиями [10,11].

Здание ФОКа - отдельностоящее, в плане представляет собой прямоугольник с размерами между осями 84,00 м x 48,00 м. Здание делится на три пожарных отсека противопожарной стеной первого типа. Связь между отсеками осуществляется коридорами и лестничными клетками. Объёмно-планировочная структура комплекса предусматривает кратчайшие и удобные связи между раздевалками для спортсменов и тренеров и ледовой ареной, между вестибюлем и зрительскими трибунами.

Технико-экономические показатели представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технико-экономические показатели

Наименование показателя	Ед.изм.	Значение
Общая площадь здания	м ²	5279,57
Строительный объём	м ³	34782,21
Строительный объём ледовой арены	м ³	22048,45
Строительный объём АБЧ	м ³	5197,63
Строительный объём СБЧ	м ³	7360,57
Строительный объём пристроенной входной группы	м ³	175,56
Количество этажей	эт.	1-2

2.3.1 Объемно-планировочные решения административно-бытовой части

Первый отсек представляет собой административно-бытовую часть. Он расположен между осями 12-15 и Б-Л. Отсек двухэтажный с плоской кровлей и внутренним организованным водостоком. Высота этажей: первого – 3,9 м, второго – 3,54 м. Крыльцо главного входа и эвакуационный выход для инвалидов-колясочников оснащены пандусами с уклонами 1:20.

На первом этаже административно-бытовой части находятся:

- вестибюль;
- гардероб;

На второй этаж данной части комплекса ведут две лестницы типа Л1. Лестницы расположены между осями 4-5 и А-Б и между осями 10-11 и А-Б. По этим лестницам происходит эвакуация со второго этажа пожарного отсека.

На втором этаже спортивно-бытовой части находятся:

- комнаты отдыха для спортсменов с душевыми и санитарными узлами;
- методический кабинет;
- кабинеты директора, бухгалтера и администрации;
- переговорная комната;
- санитарные узлы;
- веткамеры;
- кладовые и подсобные помещения.

2.3.3 Объемно-планировочные решения ледовой арены

Третий отсек размером 36х66 м представляет собой крытую ледовую арену с трибунами на 137 зрителей, в том числе три места для инвалидов-колясников. Он расположен между осями 1-12 и Б-Л. К местам для инвалидов колясочников ведёт пандус с уклоном 1:12. Отсек одноэтажный со скатной кровлей и наружным организованным водостоком. Высота этажа до низа конструкций перекрытия – переменная от 6,00 до 8,30 м. Ледовая арена запроектирована площадкой размерами 60х30 м с радиусом закругления борта 8,5 м. В этом же отсеке находятся помещение узла ввода с тепловым пунктом и помещение электрощитовой, а также две платформы на отм. +3,000, на которых располагается вентиляционное оборудование.

2.3.4 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Эвакуационные пути физкультурно-оздоровительного комплекса должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей в соответствии с требованиями [12].

Из каждого помещения с пребыванием более 50 человек предусмотрено не менее двух рассредоточенных выходов. Со второго этажа здания выполнено 4 рассредоточенных эвакуационных выхода через общие коридоры на лестничные клетки 1-го типа. Коридоры на путях эвакуации разделены перегородками с дверьми по длине не более чем через 60 м. Фактическая ширина путей эвакуации

на горизонтальных проходах, пандусах и лестницах трибун не менее 1 м, а ширина вестибюля и холла не менее 2,4 м.

Двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода. Они не имеют запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа. Высота эвакуационных выходов и других дверей на путях эвакуации предусмотрена в свету не менее 1,9 м.

Категорированные помещения выгорожены перегородками первого типа с противопожарными дверными блоками с пределом огнестойкости не менее 30 минут. Дверные и оконные блоки в противопожарных стенах, разделяющих здание на пожарные отсеки выполнены с пределом огнестойкости 60 минут.

2.4 Конструктивные решения

Здание – каркасное с навесными наружными стенами из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 150 мм с утеплителем из минераловатных плит. Проектируемый объект выполнен из металлоконструкций и имеет пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость за счет системы вертикальных и горизонтальных связей.

2.4.1 Подземная часть объекта строительства

Фундаменты запроектированы столбчатые монолитные железобетонные. Они выполняются по бетонной подготовке толщиной 100 мм из бетона марки В7,5. Материал фундаментов – бетон класса В35, W6 по водонепроницаемости, F100 по морозостойкости.

Под цокольную часть стен предусмотрены монолитные железобетонные фундаментные балки сечением 200x1250 мм. Материал - бетон класса В25, W6 по водонепроницаемости, F100 по морозостойкости. Утеплителем наружных стен ниже нуля служит экструдированный пенополистирол.

Арматура фундаментов и фундаментных балок принята по [13]:

- рабочая - кл. А400 (А-III);
- конструктивная - кл. А240 (А-I).

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

Горизонтальная гидроизоляция стен принята из двух слоев гидроизола на битумной мастике.

В соответствии с требованиями [14] принята защита поверхностей фундаментов, соприкасающихся с грунтом, в виде обмазки горячим битумом по праймеру.

2.4.2 Конструктивные решения ледовой арены

Каркас части здания с ледовой ареной выполнен в виде ряда стальных однопролетных рам Рм1, установленных с шагом 6 м.

Поперечная сварная рама имеет пролет 36 м. Рама выполнена из нескольких отправочных элементов, соединенных между собой при помощи фланцевых (фрикционных) соединений на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением при монтаже. Опираение рам на ростверк запроектировано шарнирным. Устойчивость рам в плоскости обеспечивается системой горизонтальных и вертикальных связей. Рамная конструкция состоит из сварных составных двутавров переменного сечения. Материалы конструкций каркаса - сталь С345, С245.

В торцах ледовой арены расположены фахверки К3 из прокатного двутавра сечением 25К2 по [15] с шагом 6 м. Конструкции платформ на отм. +3,000 состоят из колонн К4 двутаврового сечения 20К2, главных балок Б2 двутаврового сечения 30Б2 и второстепенных балок Б4 с шагом 1,5 м из прокатного двутавра сечением 25Б2 по [15].

Прогоны покрытия П1 запроектированы из стального горячекатаного швеллера №24П согласно [16] с шагом 1,5 м. В качестве покрытия принята мембранная кровля, основанием которой служит профилированный настил.

2.4.3 Конструктивные решения административно-бытовой и спортивно-бытовой части

Согласно [17] в здании предусмотрены противопожарные стены, выполненные из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения I/600x400x250/D800/F50 по [18] на цементно-песчанном растворе марки М100 и армированы сеткой через два ряда блоков.

Каркас административно-бытовой и спортивно-бытовой части выполнен двухэтажным.

Состав каркаса административно-бытовой части по [15]:

- колонны К2 из прокатного двутавра сечением 25К2 с шагом в продольном и поперечном направлении 6 м;
- главные балки Б3 на отм. +3,670 и +3,970 двутаврового сечения 35Ш2;
- главные балки Б5 на отм.+7,440 и +9,985 двутаврового сечения 30Ш2;
- второстепенные балки Б4 на отм. +3,670 и +3,970 двутаврового сечения 25Б2 с шагом 1,5 м;
- второстепенные балки Б5 на отм. +7,440 двутаврового сечения 30Ш2 с шагом 1,5 м;
- второстепенные балки Б6 на отм. +9,985 двутаврового сечения 20Б2 с шагом 1,5 м.

Состав каркаса спортивно-бытовой части по [15]:

- колонны К1 из прокатного двутавра сечением 35К2 с шагом в продольном направлении 12 м, а в поперечном - 6 м;
- главные балки Б1 на отм. +3,670 и +7,440 двутаврового сечения 35Ш2;
- второстепенные балки Б4 на отм. +3,670 двутаврового сечения 25Б2 с шагом 1,5 м;
- второстепенные балки Б6 на отм. +7,440 двутаврового сечения 20Б2 с шагом 1,5 м.

Крепление колонн к фундаментам жесткое, крепление главных балок жесткое, второстепенных балок – шарнирное. Устойчивость внутреннего каркаса обеспечивается жесткими узлами, а также жестким диском перекрытия и покрытия. Материалы конструкций каркаса: сталь С345, С245.

Перекрытие выполнено монолитным по профилированному настилу, толщина перекрытия 175 мм с учетом профнастила. Марка бетона в перекрытии В25. Арматура конструкций перекрытия принята в соответствии с [15]:

- рабочая (продольная) – кл. АIII (А400);
- конструктивная (поперечная) – кл. А-I (А240).

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

В качестве кровельного покрытия предусмотрен ковер из ПВХ-мембраны Protan SE (вес 1.8 кг/м²) толщиной 1,6 мм по профлисту Н75-750-0.9. Утеплитель кровли из минераловатных плит "Rockwool" РУФ БАТТС Н плотностью 190 кг/м³ толщиной 200 мм.

Лестничные клетки типа Л1 спроектированы с естественным освещением через наружные стены.

Лестницы выполнены в смешанном варианте:

- балки Б4 двутаврового сечения 25Б2 по [15];
- ступени – сборные железобетонные по [19];
- площадки монолитные железобетонные;
- косоуры из швеллера № 24П по [16].

Перегородки предусмотрены из керамического одинарного полнотелого кирпича КОРПо 1НФ/100/2,0/50 по [20] на растворе марки М100 толщиной 120мм.

2.4.4 Отделка помещений

В качестве отделочных материалов поверхностей стен принята вододисперсионная краска на акриловой основе (класса НГ).

Покрытие полов в коридорах, тамбурах, а также покрытие лестничных площадок, выполняются из керамогранита. В покрытии полов на путях эвакуации применён керамогранит с антискользящим покрытием. Керамическая плитка (НГ) применяется в помещениях санитарных узлов, душевых, кладовых уборочного инвентаря и других помещениях с повышенной влажностью.

Для защиты от проникновения вод в полах помещений, связанных с мокрым процессом, прокладывается гидроизоляция из гидроизола на битумной мастике.

В кабинетах линолеум полукоммерческий Таркетт.

В отделке потолков административно-бытовой части и спортивно-бытовой части применён подвесной потолок «Armstrong», соответствующий классу пожарной опасности КМ1. В отделке потолков санитарных узлов и душевых кабин - потолок подвесной металлический реечный. Каркасы подвесных потолков выполнены из негорючих материалов.

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

2.4.5 Окна и двери

Заполнение проемов выполняется согласно таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Спецификация элементов заполнения проемов

№ п/п	Обозначение	Наименование	Количество, шт			Примечания
			отм. 0.000	отм. +3.900	всего	
	ГОСТ 6629-88	Блоки дверные деревянные				
Д1		ДГ 2100-710	19	11	30	
Д2		ДГ 2100-910	21	19	40	
	ГОСТ 30970- 2002	Блоки дверные из ПВХ профилей				
Д3		ДПВ С Б 2075x1050	22	25	47	
Д4		ДПВ С Б 2075x1350	14	6	20	Двойные остекл.
Д5		ДПВ С Б 2075x2000	2	-	2	
	ГОСТ 23747- 2014	Блоки дверные из алюминиевых сплавов				
Д6		ДАО 2400x1350	7	-	7	
	НПО ПУЛЬС	Блоки дверные противопожарные				
Д7		ДПМ-01/30 (EI 30) 910x2100	4	3	9	2 на кровлю
Д8		ДПМ-01/30 (EI 30) 1050x2100	6	1	7	
Д9		ДПМ-02/60 (EI 60) 1550x2100	2	-	2	
	HORMAN N SPU-40	Ворота подъемно- поворотные				
ВМ1		ВС 2400(h)x3600	1	-	1	Противопож . RE 60
ВМ2		ВС 2400(h)x3600	1	-	1	
ВМ3		ВС 3400(h)x3600	1	-	1	Утепл.
	ГОСТ 21519- 2003	Блоки оконные из алюминиевых сплавов				
О1		ОАК СПД В2 1600- 4000	5	-	5	
О2		ОАК СПД В2 1600- 1310	-	2	2	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Окончание таблицы 2.4

№ п/п	Обозначение	Наименование	Количество, шт			Примечания
			отм. 0.000	отм. +3.900	всего	
О3	ГОСТ 21519- 2003	ОАК СПД В2 1600-6000	1	1	2	
О4		ОАК СПД В2 3100-2000	5	-	5	
О5		ОАК СПД В2 2540-2000	-	5	5	
О6		ОАК СПД В2 2540-1310	-	1	1	
	Система ТАТПРО Ф	Витражи наружные из ПВХ профилей				
ВИН1		10100-2300		1	1	
ВИН2		9210-2000		1	1	
ВИН3		3500-10000	1	-	1	
ВИН4		3500-4260	2	-	2	
ВИН5		3100-8000	2	-	2	
ВИН6		2540-10000	-	1	1	
ВИН7		2540-8000	-	2	2	
ВИН8		4600-12000		1	1	
ВИН9		1600-28000	-	1	1	
ВИН10		6990-2300		2	2	
ВИН11		2540-10000	-	1	1	
	ГОСТ 21519- 2003	Витражи внутренние на основе холодных профилей				
ВИВ1		2440(h)x5670	-	3	3	
		Окна внутренние противопожарные				
ОВ1		1570(h)x1265	2	1	3	
ОВ2		1570(h)x1195	-	1	1	
ОВ3		1570(h)x5130	-	1	1	

2.4.6 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Конструктивные решения здания выполнены в соответствии с требованиями [12], соблюдения норм эвакуации по лестницам и лестничным клеткам,

соблюдения мероприятий по предотвращению распространения огня, в частности:

- теплоизоляционная система запроектирована с применением негорючего минераловатного утеплителя;

- утепление стен и потолков тамбуров выполнено материалами группы НГ;

- в отделке стен и потолков, на путях эвакуации, применены негорючие материалы;

- пожароопасные помещения, узел ввода, электрощитовая, выгорожены перегородками с пределом огнестойкости не менее EI45, с заполнением дверных проемов, имеющих предел огнестойкости EI60.

Пределы огнестойкости строительных конструкций:

- колонны – R90;

- ригели – R90;

- вертикальные и горизонтальные связи каркаса и покрытия – R90;

- балки перекрытий – R90;

- прогоны покрытия – R15;

- балки лестничных площадок и косоуры – R60.

В качестве огнезащитного покрытия для металлических элементов использовать конструктивную огнезащиту Вермит ОЗП. Рамы, ригели, вертикальные и горизонтальные связи каркаса и балки перекрытий покрываются толщиной слоя 19 мм; балки лестничных клеток и косоуров – толщиной слоя 15мм.

Огнезащита колонн административно-бытовой и спортивно-бытовой части выполняется путем оштукатуривания по сетке, внутренние полости колонн заполняются блоками из ячеистого бетона.

2.5 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

Тепловая защита физкультурно-оздоровительного комплекса будет обеспечена при выполнении следующего требования:

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

$$R_o \geq R_o^{\text{норм}}, \quad (2.1)$$

где R_o – приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

$R_o^{\text{норм}}$ – нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче определяется по двум формулам и принимается как наибольшее из полученных значений:

$$1) R_o^{\text{норм}1} = a \cdot \text{ГСОП} + b; \quad (2.2)$$

$$2) R_o^{\text{норм}2} = (t_b - t_n) / (\Delta t^H \cdot \alpha_b), \quad (2.3)$$

где a, b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 [2]. Для общественных зданий $a=0,0003$ и $b=1,2$;

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$. Значение ГСОП определяется по формуле (5.2) [2]:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{\text{от}}) z_{\text{от}} = (20 - (-5,4)) 221 = 5613,4 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}, \quad (2.4)$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха здания. Принимается 20°C согласно классификации помещений спортивного сооружения по [21] и расчетной температуре воздуха по [10].

$t_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха периода со среднесуточной температурой воздуха не более 8°C . Принимается минус $5,4^\circ\text{C}$ по [1].

$z_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода. Принимается $221 \text{ сут}/\text{год}$ по [1].

t_n – температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью $0,92$. Принимается минус 32°C по [1].

Δt^H – нормируемый температурный перепад между t_b и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции. Принимается $4,5^\circ\text{C}$ по таблице 5 [2].

α_b – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции. Принимается $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ по таблице 4 [2].

Подставив значения в формулы (2.2) и (2.3), получаем:

$$1) R_o^{\text{норм1}} = 0,0003 \cdot 5613,4 + 1,2 = 2,884 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$2) R_o^{\text{норм2}} = (20 - (-32)) / (4,5 \cdot 8,7) = 1,328 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

$R_o^{\text{норм1}} > R_o^{\text{норм2}}$, следовательно принимаем $R_o^{\text{норм}} = R_o^{\text{норм1}} = 2,884 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций наружной стены из сэндвич-панелей плиты выполняется по формуле:

$$R_o = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum R_s + 1/\alpha_{\text{н}}, \quad (2.5)$$

где R_s – приведенное сопротивление теплопередаче однородного слоя сэндвич-панели. Значение R_s определяется по формуле:

$$R_s = \delta_s / \lambda_s, \quad (2.6)$$

где δ_s – толщина слоя, м;

λ_s – теплопроводность материала каждого слоя сэндвич-панели, Вт/(м·°C).

Необходимые характеристики материалов сэндвич-панели представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Теплотехнические характеристики слоев материала

№ слоя	Материал слоя	δ_s , м	λ_s , Вт/(м·°C)
1	Металлическая облицовка	0,0005	58,00
2	Утеплитель минераловатный	X	0,05
3	Металлическая облицовка	0,0005	58,00

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции. Принимается 23Вт/(м²·°C) по таблице 6 [2].

Таким образом, формула (2.5) имеет вид:

$$R_o = 1/\alpha_{\text{в}} + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3 + 1/\alpha_{\text{н}} \quad (2.7)$$

$$R_o = 1/8,7 + 0,0005/58 + X/0,05 + 0,0005/58 + 1/23 \geq R_o^{\text{норм}} = 2,884$$

$$X \geq 0,136 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя $\delta = X = 0,15 \text{ м}$.

Проверка:

$$R_o = 1/8,7 + (0,00000862 \cdot 2 + 3) + 1/23 = 3,158 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_o = 3,158 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} \geq R_o^{\text{норм}} = 2,884 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Поэлементное требование к теплозащитной оболочке здания выполняется. Толщина наружной ограждающей конструкции физкультурно-оздоровительного комплекса равна 150 мм.

2.6 Инженерное оборудование

2.6.1 Система электроснабжения

Источником электроснабжения ФОКа является проектируемая двухтрансформаторная подстанция 2БКТП-630-10/0,4 кВ.

Для приема и распределения электроэнергии предусматривается вводное устройство типа ВРУ-1, соответствующее [22] и установленное в электрощитовой на первом этаже. Электроснабжение холодильной установки выполнено напрямую от ТП.

Основные потребители электроэнергии:

- общее электроосвещение;
- технологическое оборудование;
- рабочая вентиляция;
- приборы систем пожарной сигнализации, автоматизации, противопожарной вентиляции.

В здании предусмотрено рабочее, ремонтное и аварийное освещение (аварийно-эвакуационное). К сети рабочего освещения подключаются светильники общего и местного освещения. Согласно [12] на путях эвакуации предусмотрено аварийное освещение.

Светильники аварийно-эвакуационного освещения подключаются к отдельной линии аварийно-эвакуационного освещения и выделяются из числа светильников рабочего освещения специальными знаками. Ремонтное освещение напряжением 24 В переменного тока предусмотрено в электрощитовой и венткамере от понижающих трансформаторов по [23].

Здание подлежит защите от прямых ударов молнии от вторичных проявлений, а также от заноса высоких потенциалов по подземным коммуникациям. Защита

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

от прямых ударов молнии выполнена путем наложения на кровлю молниеприёмной сетки.

В осветительных установках применяются световые приборы, электрооборудование и материалы промышленного изготовления, отвечающие требованиям государственных стандартов и технических условий.

2.6.2 Система водоснабжения

Источником водоснабжения спортивного комплекса являются существующие сети наружного водопровода.

Внутренняя сеть хозяйственно-питьевого-противопожарного водопровода запроектирована кольцевого исполнения. Кольцевая сеть водопровода принята из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по [24], стояки с подводкой к пожарным кранам - стальные водогазопроводные оцинкованные трубы по [24].

Горячее водоснабжение проектируемого здания осуществляется от теплообменника, установленного в помещении теплового пункта. В здании предусмотрен циркуляционный трубопровод горячего водоснабжения. Горячая вода подается к сантехническим приборам, технологическому оборудованию, а также используется для заливки машин обновления льда катка.

Холодная вода подается к сантехническим приборам, технологическому оборудованию и к пожарным кранам.

Наружное пожаротушение крытого катка осуществляется от существующих пожарных гидрантов, установленных на существующих сетях водоснабжения. В соответствии с [25] и [26] пожарные гидранты указываются флуоресцентными указателями на видном месте на высоте 2-2,5 м от земли.

Расход на внутреннее пожаротушение составляет 2 струи по 2,5 л/с согласно п. 4.1.1 [27]. Расход воды на наружное пожаротушение принят согласно п. 5.2 [28] и составляет 15 л/с.

2.6.3 Наружные сети водопровода

Наружный водопровод запроектирован в две нитки с учетом пропуска расхода на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды. Наружные сети

хозяйственно–питьевого-противопожарного водопровода предусмотрены из труб ПЭ 100 SDR17 110x6,6 питьевая по [29].

2.6.4 Система водоотведения

В здании крытого катка предусматриваются следующие системы канализации: бытовая канализация, производственная канализация, дождевая канализация и система канализации таяния льда.

Отвод дождевых и талых вод с кровли проектируемого здания предусмотрен по наружным и внутренним водостокам в проектируемые сети дождевой канализации с последующим отводом в городские сети дождевой канализации. Для сбора и отведения поверхностных стоков с плоской части кровли здания устанавливаются две кровельных воронки с листвоуловителем с вертикальным выпуском.

Внутренние сети канализации запроектированы из полиэтиленовых труб диаметром 50-100 мм по [30]. Все стоки поступают по проектируемым сетям наружной канализации в городские сети канализации.

2.6.5 Наружные сети канализации

Бытовые стоки физкультурно-оздоровительного комплекса отводятся в наружную сеть канализации.

Стоки относятся к категории бытовых и никаких специфических загрязнений не имеют, поэтому предварительная очистка их не требуется. Стоки от таяния льда – условно чистые и также не требуют предварительной очистки.

Отвод дождевых вод с территории строительного объекта предусмотрен методом вертикальной планировки в водоотводные лотки ЛВ 30.38.41 бетонные. Из лотков дождевые стоки отводятся в аккумулирующий резервуар, а затем по напорной сети дождевой канализации в городские сети наружной дождевой канализации.

На сетях бытовой и дождевой канализаций установлены канализационные колодцы диаметром 1000 мм по типовому проекту 902-09-22.84. Наружные сети бытовой и дождевой канализации прокладываются с учетом требований [31].

2.5.6 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети объекта разработаны в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1,10,11,32,33].

Источником теплоснабжения являются тепловые сети г.Екатеринбурга.

Трубопроводы систем отопления и теплоснабжения приточных установок подключаются к узлу управления в помещении теплового пункта. Удаление воздуха из системы отопления осуществляется встроенными в нагревательные приборы воздухоотводчиками. Для предотвращения ожогов и травм у нагревательных приборов запроектированы защитные экраны.

В здании ФОКа запроектирована приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением. Самостоятельные системы приточной и вытяжной вентиляции запроектированы для помещений ледовой арены, зоны зрителей, спортивных помещений, обеденного зала, душевых, административно-бытовых помещений, технических помещений.

Для зоны ледяного поля запроектировано кондиционирование воздуха с охлаждением наружного воздуха и с применением рециркуляции внутреннего воздуха. Для теплого периода года в аппаратной, операторной и кабинетах администрации, директора, бухгалтера запроектировано кондиционирование воздуха мультizonальными системами.

Системы механической противодымной вытяжной вентиляции предусмотрены из коридоров без естественного освещения. Удаление дыма происходит через автоматически открывающиеся при пожаре противопожарные дымовые клапаны.

Для предотвращения проникновения холодного воздуха внутрь помещений у наружных дверей главных входов в здание предусмотрены воздушно-тепловые завесы.

2.6.6 Сети связи

Согласно требованиям [12,34,35] на объекте необходимо предусмотреть системы пожарной сигнализации, светового и речевого оповещения, автоматического дымоудаления и пожаротушения.

Система пожарной сигнализации построена с использованием адресного оборудования пожарной сигнализации. Для обнаружения пожара устанавливаются адресные дымовые извещатели ИП 212-64. На путях эвакуации предусмотрена установка ручных адресных пожарных извещателей ИПР 513-11.

Для реализации светового оповещения предусмотрены световые оповещатели «ОПОП 1-8». Речевое оповещение построено на базе оборудования Sonar. В качестве акустической системы используются настенные громкоговорители «SWS-110W» и «SWS-103W». Для реализации автоматической аварийной трансляции проектом предусмотрена аварийная панель «SRE-2000».

Резервное электропитание предусмотрено от аккумуляторных батарей 12 В.

Для управления системой дымоудаления используются релейные модули, адресные метки и адресные модули дымоудаления МДУ-1, обеспечивающие остановку приточно-вытяжной системы, остановку общеобменной вентиляции, обеспечивающие открытие клапанов дымоудаления и запуск систем противодымной защиты.

Также в проекте предусматриваются сети телефонизации, радиофикации, часофикации, организация локально вычислительных сетей, хронометража и системы охранного телевидения.

2.6.7 Технологические решения

Физкультурно-оздоровительный комплекс в городе Екатеринбург предназначен для проведения учебно-тренировочных и оздоровительных занятий для спортсменов и жителей.

Питание посетителей и персонала спортивного сооружения организовано в буфете на 40 посадочных мест, работающем на готовой продукции. Технологический процесс производства, условие транспортировки, приема, хранения и реализации пищевых продуктов в буфете разработано согласно [36].

Хранение хозяйственного инвентаря осуществляется в специальных помещениях, оборудованных запирающимися шкафами.

Персонал полностью обеспечен теплом, питьевой водой, объект имеет связь, канализацию, естественное и искусственное освещение, охрану.

					Лист
					34
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

При проектировании выполнены функциональные и технологические требования согласно [12].

Обеспечена доступность помещений инвалидов в соответствии с [37].

Размещение, устройство и оборудование медицинских кабинетов выполнены согласно [38].

2.6.8 Холодоснабжение

Холодильная установка располагается за пределами здания в контейнерной установке с выносным воздушным конденсатором, насосной станцией для подачи хладоносителя и щитами управления. Холодильная установка размещается на подготовленный фундамент. Габаритные размеры контейнерной холодильной установки 12000x2400x2450 мм.

Ледовое поле выполняется по финской технологии из полиэтиленовых труб высокого давления диаметром 25 мм с расстоянием между трубами 100 мм. Трубы укрываются арматурной сеткой и заливаются бетоном. Предусмотрена теплоизоляция из экструдированного пенополистирола.

Борта ледовой площадки представляют собой оцинкованные рамы из стальных труб коробчатого сечения, которые крепятся к бетонной плите. Рамы облицованы высокомолекулярным полиэтиленом белого цвета. Крепление полиэтиленовой облицовки и отбойных планок исключает возможность нанесения травм игрокам. В борте предусматриваются ворота для проезда на лед ледовыравнивающей машины и 6 калиток для прохода спортсменов на лед.

3 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

3.1 Технические решения

Каркас зала ледового катка состоит из плоских рам пролетом 36 м. Они установлены поперек здания и объединены прогонами, распорками и связями для обеспечения прочности, устойчивости и жесткости в продольном направлении. Шаг поперечных рам принят равным 6 м. Шаг прогонов – 1,5 м. Рама имеет шарнирное опирание стоек на фундаменты и жесткие узлы сопряжения ригеля со стойками. Тип сечения рамных конструкций принят из сварных двутавров переменного сечения. Жесткое сопряжение ригелей рам со стойками обеспечивается при помощи фланцевых соединений. Скомпонованная рама с основными ее размерами представлена на рис.3.1.

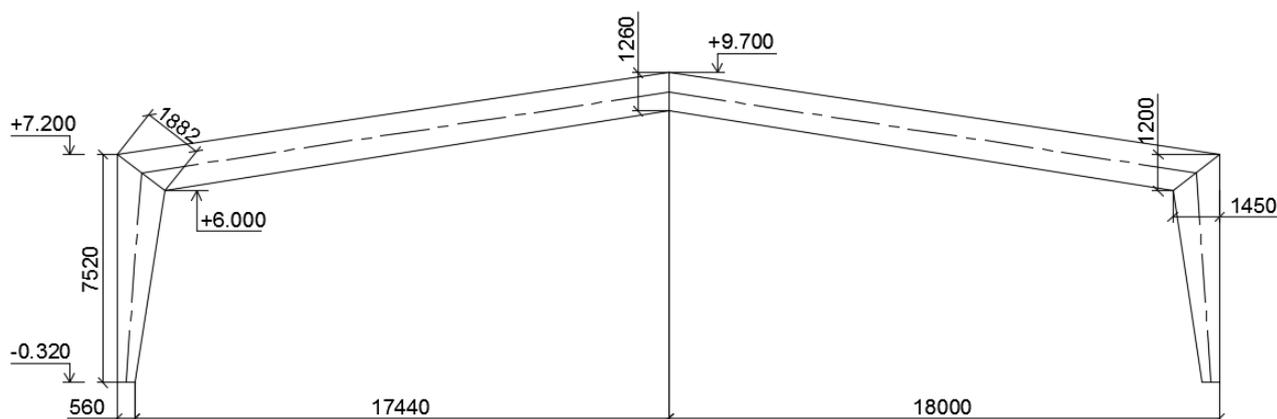


Рис.3.1 Геометрическая схема поперечной рамы

Рама рассчитывалась методом конечных элементов с применением программного комплекса «ЛИРА-САПР». Использовались стержневые конечные элементы типа 10, присоединенные к узлам. Расчетная схема определена как система с признаком 5. За расчетную принимается ось, проходящая через центр тяжести сечений двутавровых элементов рамы. Стойка рамы разбивается на 10 частей с шагом 0,692 м, а ригель рамы на 23 части с шагом 0,75 м. Количество узлов полученной расчетной схемы составляет 67. Количество конечных элементов - 66. Расчетная схема поперечной рамы представлена на рис.3.2.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

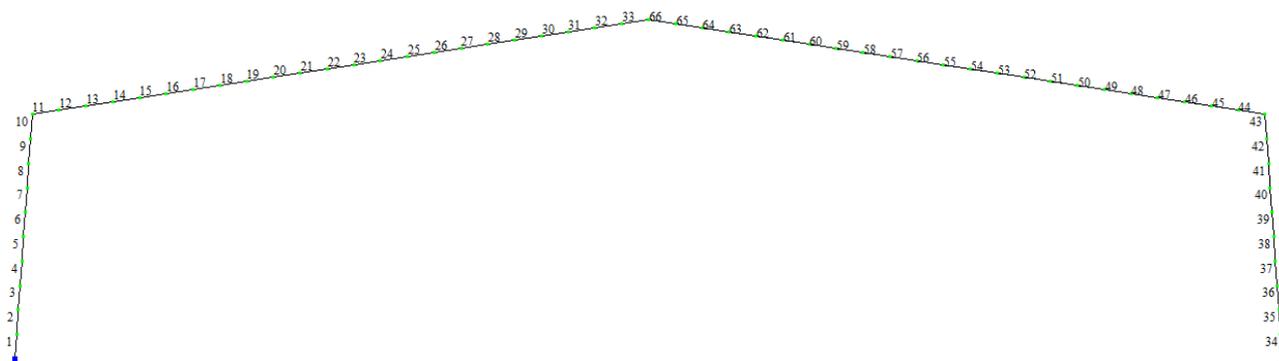


Рис.3.2 Расчетная схема рамы в ПК «ЛИРА-САПР»

3.2 Сбор нагрузок

На поперечную раму действуют различные сочетания постоянных и временных нагрузок. Все нагрузки разделены на загрузки, которые будут использованы при составлении расчетных сочетаний усилий (РСУ). Коэффициенты надежности по нагрузке приняты в соответствии с [39].

3.2.1 Постоянные нагрузки

1. Нагрузка от собственного веса поперечной рамы
2. Нагрузка от собственного веса покрытия здания арены

Таблица 3.1 – Нагрузка от конструкций покрытия

Наименование	Нормативное значение, кг/м ²	Коэффициент надежности γ_f	Расчетное значение, кг/м ²
ПВХ-мембрана толщиной 1,6 мм	1,8	1,3	2,3
Минераловатный утеплитель толщиной 200 мм, $\gamma = 190$ кг/м ³	38	1,2	45,6
Пароизоляция Изоспан В	1	1,2	1,2
Профилированный лист Н75-750-0.9	12,5	1,05	13,1
Прогоны	24	1,05	25,2
Распорки, связи	25	1,05	26,3
Вес технологического оборудования	80	1,2	96,0

Итого, расчетная погонная нагрузка на прогон составляет:

$$q = (2,3+45,6+1,2+13,1+25,2+26,3+96)*1,5/\cos(10) = 319,4 \text{ кг/м.}$$

Итого, расчетная сосредоточенная нагрузка в месте опирания прогонов составляет:

$$P_1 = (2,3+45,6+1,2+13,1+25,2)*6*1,5/\cos(10) = 797,8 \text{ кг – на средние узлы;}$$

$$P_2 = 25,2*6+(2,3+45,6+1,2+13,1+25,2)*6*1,5/\cos(10) = 949 \text{ кг – на коньковый узел.}$$

Момент в узле соединения ригеля и стойки от собственного веса покрытия:

$$(797,8/2)*0,75 = 299,2 \text{ кг*м – в месте опирания крайних прогонов.}$$

Итого, расчетная погонная нагрузка на верхний пояс ригеля рамы составляет:

$$96*6 = 576 \text{ кг/м.}$$

3. Нагрузка на стойку рамы от собственного веса стеновых панелей

Погонная нагрузка вычисляется по формуле:

$$g_{\text{ст}} = \delta * \text{Ш} * \gamma_{\text{ст}} * \gamma_f, \quad (3.1)$$

где $\delta = 0,15 \text{ м}$ – толщина стеновой панели;

$\text{Ш} = 6 \text{ м}$ – шаг стойки;

$\gamma_{\text{ст}} = 200 \text{ кг/м}^3$ – объемная масса стеновой панели;

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

$G_{\text{ст}} = 0,15*6*200*1,1 = 180 \text{ кг/м}$ – погонная нагрузка.

Сосредоточенный момент прикладывается по высоте стойки в местах крепления панелей к стеновому ригелю ($g_{\text{риг}} = 15 \text{ кг/м}$ – вес стенового ригеля).

Эксцентриситет приложения нагрузки изменяется по высоте стойки от 500 до 940 мм.

Итого, момент от эксцентриситета приложения веса стеновых панелей:

$$(180*1,1+15*6)*0,5 = 144 \text{ кг*м – момент на отметке +0.350;}$$

$$(180*1,5+15*6)*0,6 = 216 \text{ кг*м – момент на отметке +1.800;}$$

$$(180*1,5+15*6)*0,7 = 252 \text{ кг*м – на отметке +3.100;}$$

$$(180*1,3+15*6)*0,8 = 259 \text{ кг*м – на отметке +4.500;}$$

$$(180*1,15+15*6)*0,9 = 267 \text{ кг*м – на отметке +5.900;}$$

$$(180*0,6+15*6)*0,94 = 186 \text{ кг*м – на отметке +6.900.}$$

3.2.2 Временные нагрузки

1. Ветровая нагрузка

Расчет выполнен в соответствии с требованиями п.11 [39].

Нормативное значение основной ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$w = w_m + w_p, \quad (3.2)$$

где w_p – пульсационная составляющая основной ветровой нагрузки. Для упрощения расчета примем w_p равной w_m ;

w_m – средняя составляющая основной ветровой нагрузки, рассчитываемая по формуле:

$$w_m = w_0 k(z_e) c, \quad (3.3)$$

где $w_0 = 0,23$ кПа – нормативное значение ветрового давления, принимаемое для I ветрового района по таблице 11.1 [39];

$k(z_e)$ – коэффициент, зависящий от изменения ветрового давления для эквивалентной высоты z_e . Для типа местности В коэффициент $k(10) = 0,65$ по таблице 11.2 [39];

c – аэродинамический коэффициент, определяемый по приложению В [39].

$W_1^n = 2 * (0,23 * 0,65 * 0,8) = 0,2392$ кПа – нормативная ветровая нагрузка на наветренную сторону стены.

$W_2^n = 2 * (0,23 * 0,65 * (-0,5)) = -0,1495$ кПа – нормативная ветровая нагрузка на подветренную сторону стены.

$W_3^n = 2 * (0,23 * 0,65 * (-0,43)) = -0,1279$ кПа – нормативная ветровая нагрузка на двускатное покрытие.

Расчетное значение основной ветровой нагрузки при коэффициенте надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$:

- $w_1 = 0,335$ кПа = $34,26$ кг/м² – на наветренную сторону стены;
- $w_2 = -0,209$ кПа = $-21,4$ кг/м² – на подветренную сторону стены;
- $w_3 = -0,179$ кПа = $-18,3$ кг/м² – на двускатное покрытие.

Итого, расчетная погонная нагрузка на прогон составляет:

$$w_{пр}^{прив} = -18,3 * 1,5 / \cos(10) = -28 \text{ кг/м} – \text{ расчетная погонная нагрузка;}$$

$w_{пр}^{прив} = 34,26*6*1,5/\cos(10) = 313$ кг – продольная ветровая нагрузка от фахверка.

Итого, расчетная погонная ветровая нагрузка на стойку поперечной рамы составляет:

- $w_1^{прив} = 34,26*6 = 205,6$ кг/м – на наветренную сторону;

- $w_2^{прив} = -21,4*6 = -128,4$ кг/м – на подветренную сторону.

Итого, расчетная сосредоточенная нагрузка от ветра в месте опирания прогонов составляет:

- $w_3^{прив} = -18,3*6*1,5/\cos(10) = -167,2$ кг.

Момент в узле соединения ригеля и стойки от ветровой нагрузки:

$M_{w1}^{прив} = 205,6*0,6^2/2 + 167,2*0,75 = 162,4$ кг*м - с наветренной стороны;

$M_{w2}^{прив} = 128,4*0,6^2/2 - 167,2*0,75 = 102,3$ кг*м - с подветренной стороны.

2. Снеговая нагрузка

Расчет выполнен в соответствии с требованиями п.10 [39].

Нормативное значение снеговой нагрузки на покрытие определяется по формуле:

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g, \quad (3.4)$$

где $c_e = 0,85$ – коэффициент, учитывающий снос снега для покрытия с уклоном 15%, проектируемых на местности В;

$c_t = 1$ – термический коэффициент;

$\mu = 1$ – коэффициент, принимаемый согласно приложению Б для двускатных покрытий с уклоном 10°;

$S_g = 1,5$ кПа – нормативное значение веса снегового покрова, принимаемое для III снегового района по таблице 10.1 [39].

$S_0^n = 0,85*1*1*1,5 = 1,257$ кПа.

Расчетное значение снеговой нагрузки при коэффициенте надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$:

$S_0 = S_0^n * \gamma_f = 1,257*1,4 = 1,785$ кПа = 182 кг/м².

Итого, расчетная погонная нагрузка на прогон составляет:

$S_{пр}^{прив} = 182*1,5/\cos(10) = 277$ кг/м.

Итого, расчетная сосредоточенная нагрузка в месте опирания прогонов составляет:

$$S^{\text{прив}} = 182 \cdot 6 \cdot 1,5 / \cos(10) = 1662 \text{ кг} - \text{на средние узлы.}$$

Момент в узле соединения ригеля и стойки от снеговой нагрузки:

$$M_S^{\text{прив}} = (1663/2) \cdot 0,75 = 624 \text{ кг} \cdot \text{м} - \text{в месте опирания крайних прогонов.}$$

3.3 Создание расчетной схемы

Особенностью расчета данной поперечной рамы является изменение жесткостных характеристик по длине. Каждый элемент рамы разбивается на отдельные участки. Высота сечения на участке принимается постоянной и равной среднему значению высот на концах участка. Граничные жесткости элементов рамы представлены в таблице 3.2. 3D-вид сечения элементов рассчитываемой рамы представлен на рисунке 3.3.

Таблица 3.2 – Типы жесткостей элементов

Элемент	Жесткость	
	Минимальная	Максимальная
Стойка рамы	Составной двутавр 400x20 мм - пояс 572,9x16 мм - стенка	Составной двутавр 600x20 мм - пояс 1428,75x16 мм - стенка
Ригель рамы	Составной двутавр 600x20 мм - пояс 1243,4x16 мм - стенка	Составной двутавр 600x20 мм - пояс 1412,47x16 мм - стенка

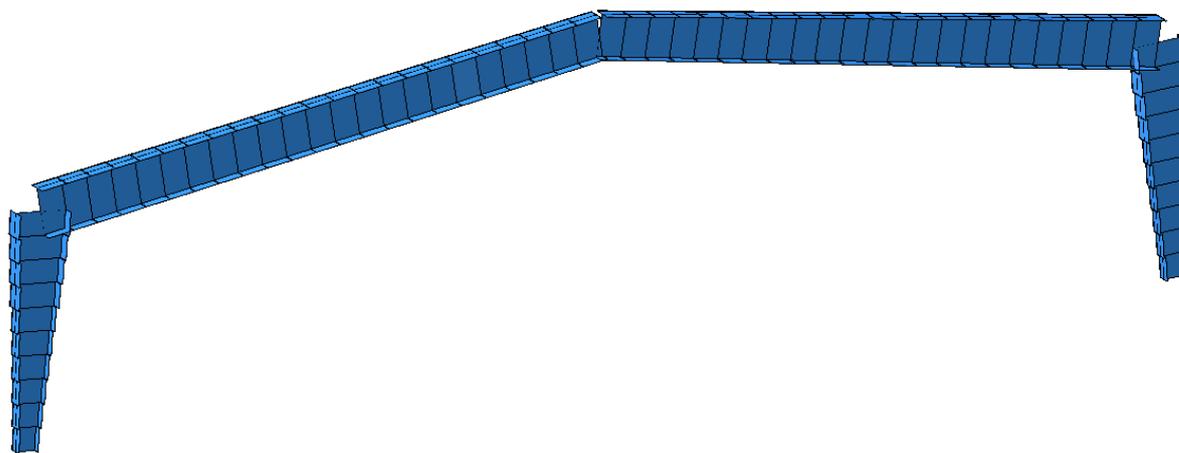


Рис.3.3 Пространственная модель поперечной рамы

Сталь листового проката принимается марки С345.

Нагрузки на расчетную схему прикладываются по загрузкам. В расчете принято 7 загрузок. Схемы загрузок на поперечную раму ледовой арены представлены на рис.3.4 - 3.10.

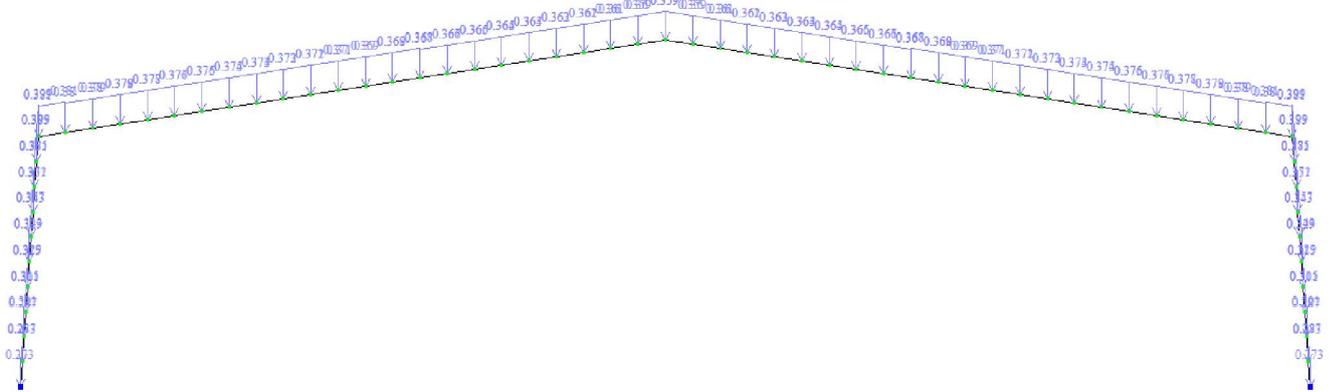


Рис.3.4 Загрузка 1 - Собственный вес рамы

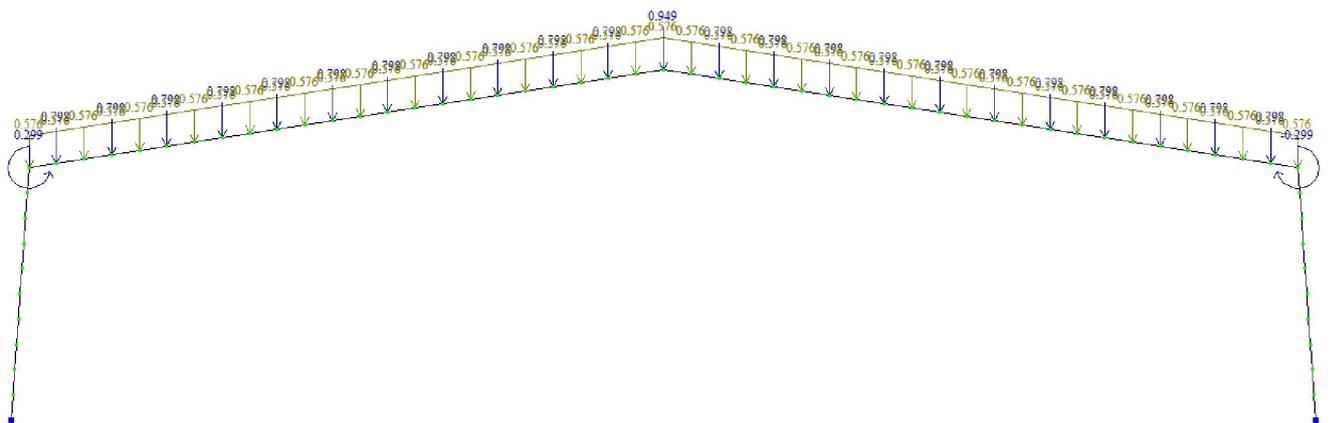


Рис.3.5 Загрузка 2 – Собственный вес покрытия

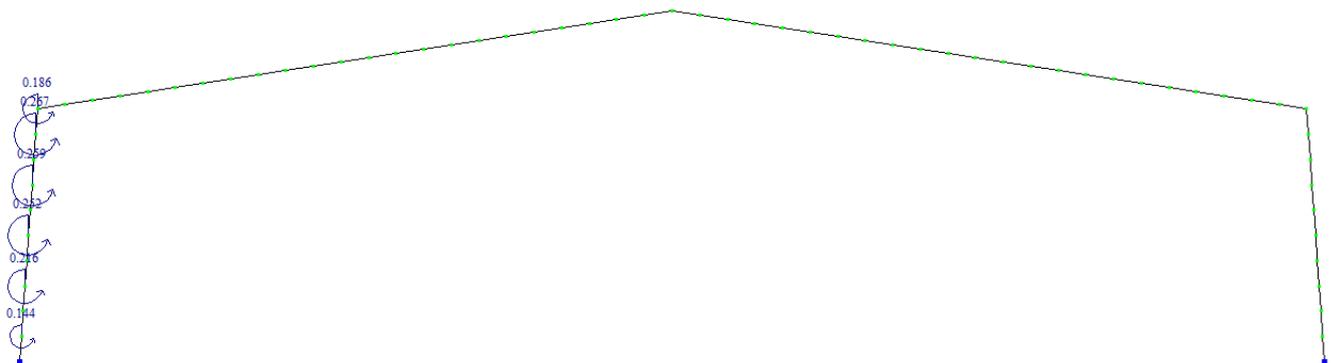


Рис.3.6 Загрузка 3 – Собственный вес стеновых панелей

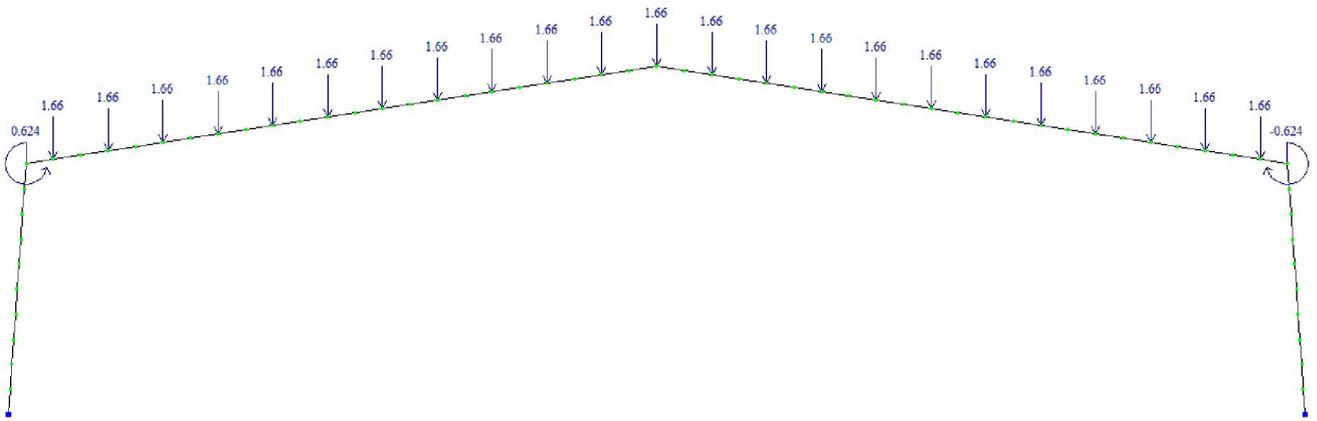


Рис.3.7 Загрузка 4 – Снеговая нагрузка

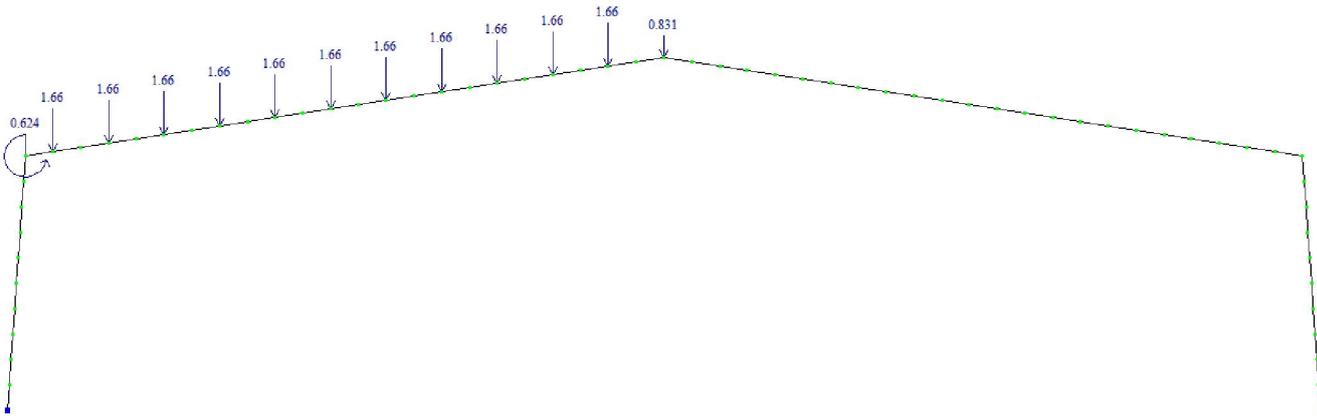


Рис.3.8 Загрузка 5 – Снеговая нагрузка на половине пролета

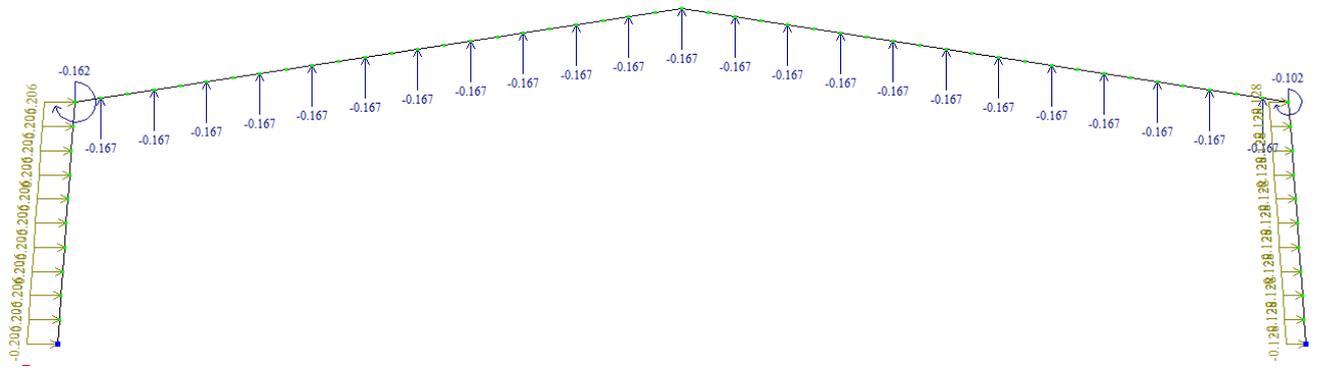


Рис.3.9 Загрузка 6 – Ветровая нагрузка слева

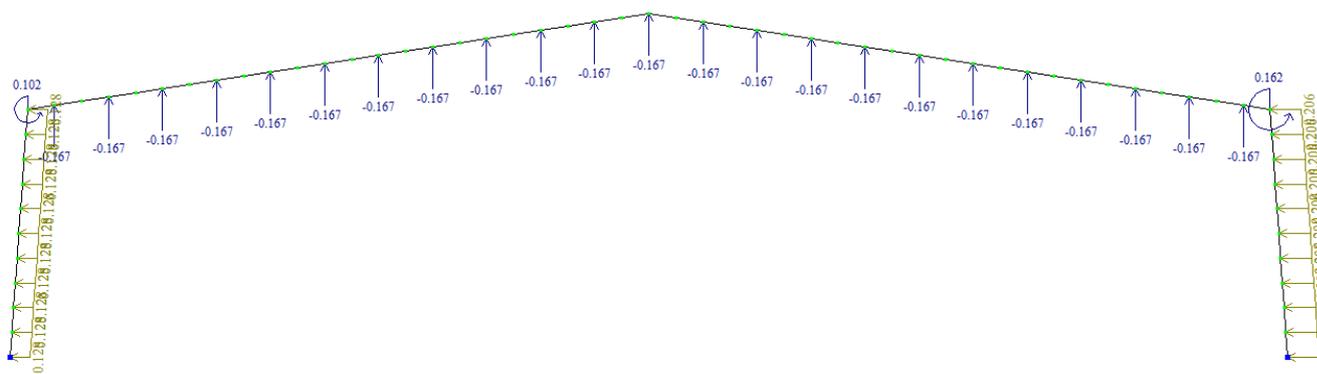


Рис.3.10 Загрузка 7 – Ветровая нагрузка справа

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Параметры каждого нагружения заносятся в сводную таблицу, представленную на рисунке 3.11, для определения наилучшего сочетания.

№	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ						Коэффициенты РСУ						
1	Собствен...	Постоянн...	0	0	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	
2	Покрытие	Постоянн...	0	0	0	0	0	0	1.15	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	
3	Стеновая	Постоянн...	0	0	0	0	0	0	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	
4	Снеговая ...	Кратковр...	2	0	0	2	0	0	0	1.40	0.70	1.00	1.00	0.50	0.80
5	Снеговая ...	Кратковр...	2	0	0	2	0	0	0	1.40	0.70	1.00	1.00	0.50	0.80
6	Ветер сл...	Кратковр...	2	0	0	1	0	0	0	1.40	0.00	1.00	1.00	0.50	0.80
7	Ветер сп...	Кратковр...	2	0	0	1	0	0	0	1.40	0.00	1.00	1.00	0.50	0.80

Рис.3.11 Сводная таблица для вычисления РСУ в ПК «ЛИРА-САПР»

3.4 Расчет и анализ результатов

Результаты статического расчета представлены на рис.3.12 – 3.18.

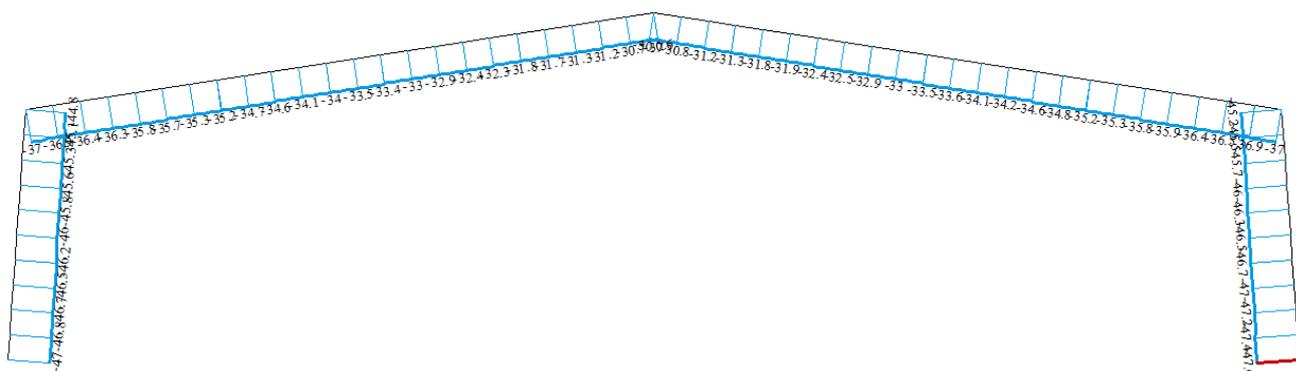


Рис.3.12 Эпюра продольных сил N, т

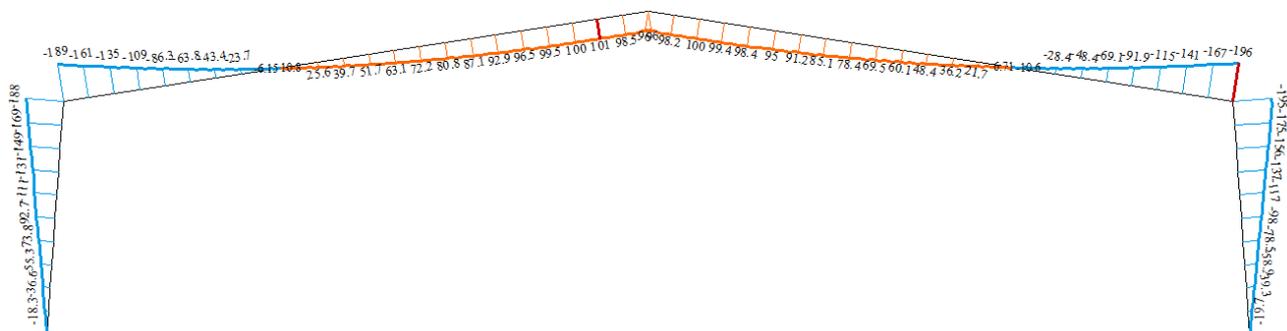


Рис.3.13 Эпюра изгибающих моментов M_y , т*м

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

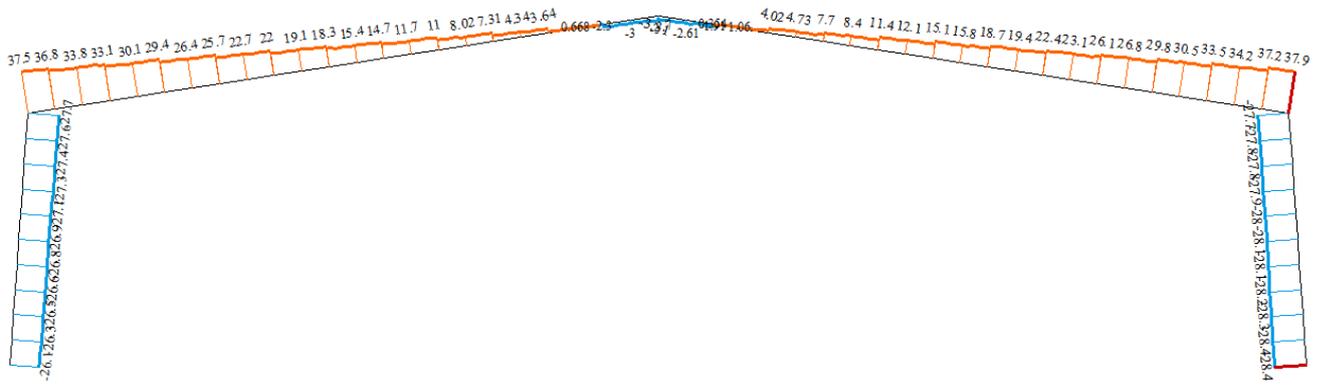


Рис.3.14 Эпюра поперечных сил Q_z , т

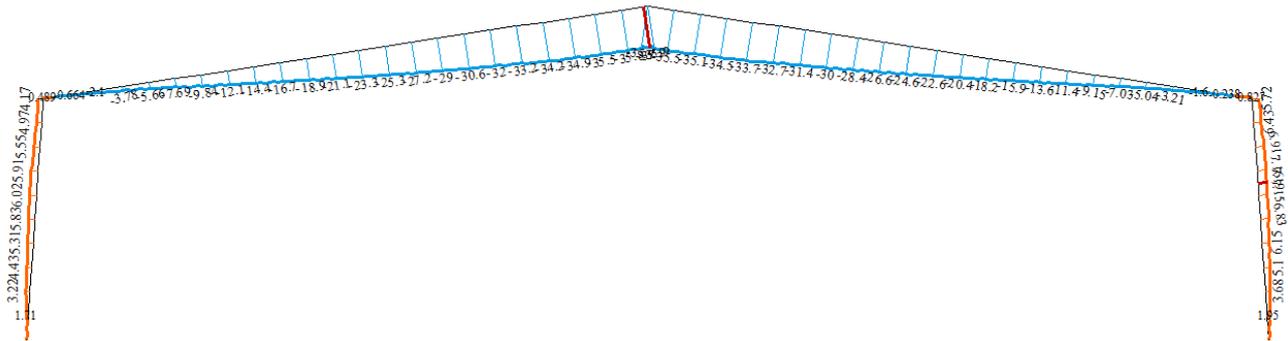


Рис.3.15 Эпюра перемещений f_z , мм

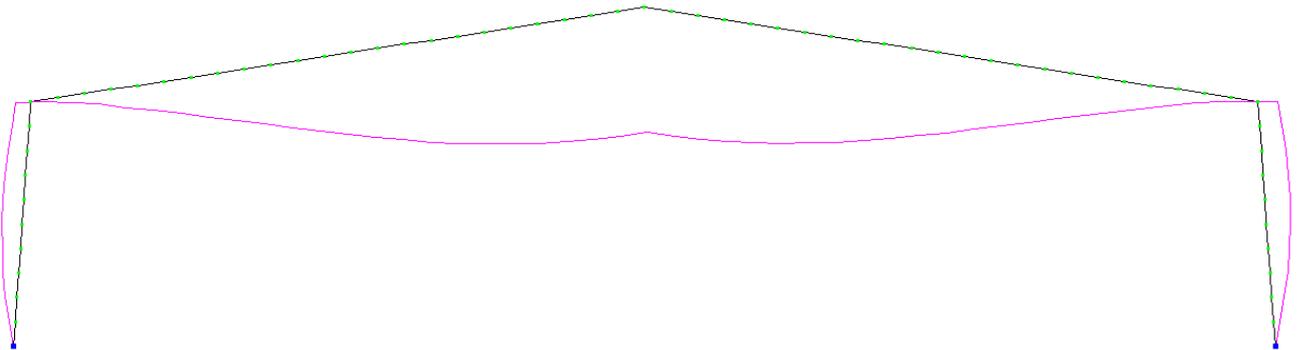


Рис.3.16 Деформированная схема

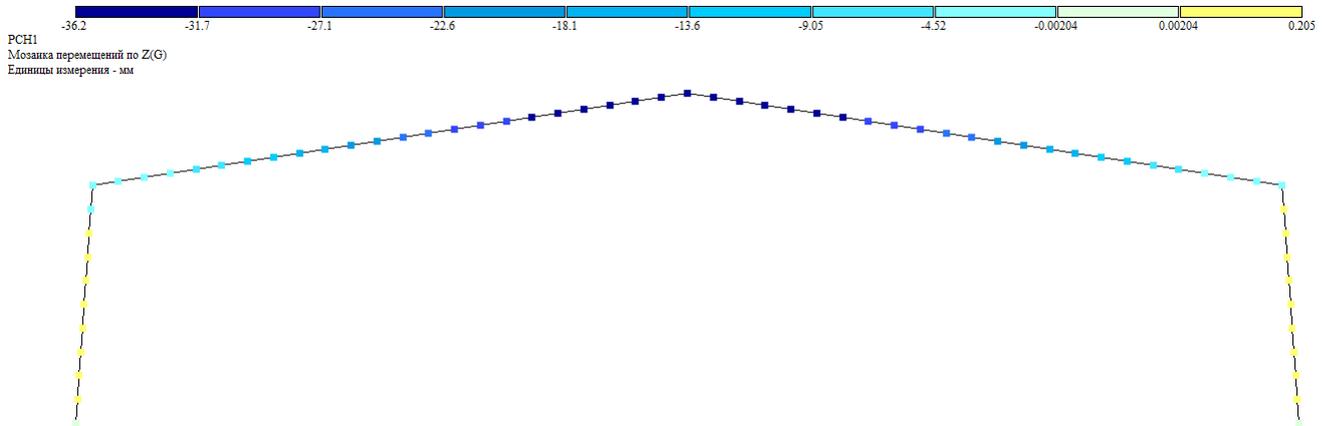


Рис.3.17 Мозаика перемещений по Z, мм

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

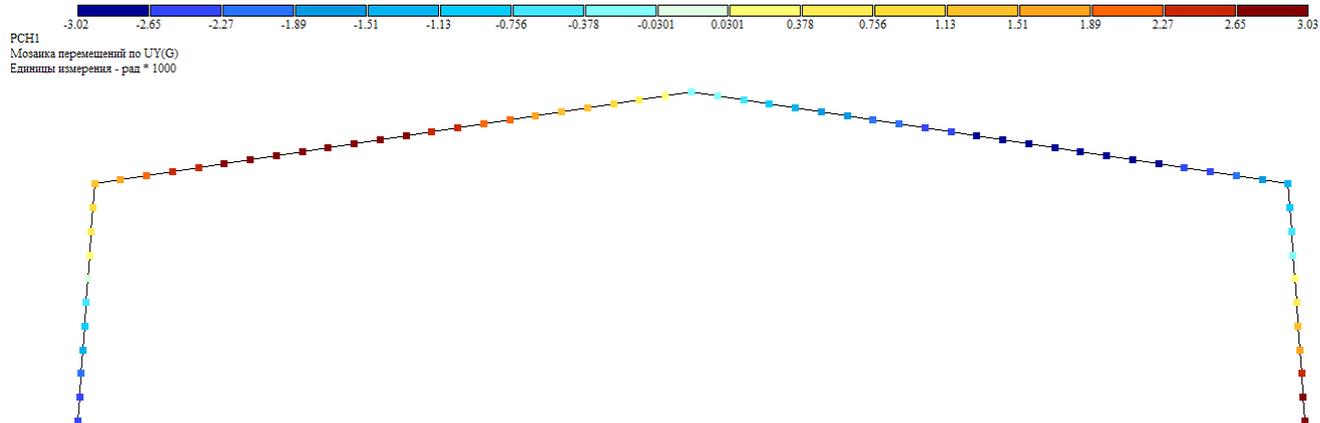


Рис.3.18 Мозаика перемещений по UY, рад*1000

По результатам стального расчета в ПК «ЛИРА-САПР» для заданных сечений рамы выполняется проверка по первому предельному состоянию.

Местная устойчивость стенок элементов рам обеспечивается ребрами жесткости, установленными в узлах крепления прогонов и стеновых ригелей. Проверка местной устойчивости выполняется методом коэффициентов А.Г.Новиньковой.

Формулы для определения нормальных и касательных критических напряжений имеют вид:

$$\sigma_{cr} = k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * \sigma_{cr.norm} \quad (3.5)$$

$$\tau_{cr} = k_5 * k_6 * \tau_{cr.norm}, \quad (3.6)$$

где $\sigma_{cr.norm}$ и $\tau_{cr.norm}$ – критические напряжения в сечении с максимальной гибкостью стенки

$$\sigma_{cr.norm} = c_{cr} * R_y / \bar{\lambda}_{w.max}^2 \quad (3.7)$$

$$\tau_{cr.norm} = 10,3(1+0,76/\mu^2)R_s / \bar{\lambda}_{ef.max}^2, \quad (3.8)$$

где R_y, R_s – расчетные сопротивления стали стенки на растяжение (сжатие) и срез соответственно;

$\bar{\lambda}_{w.max}$ – максимальная относительная гибкость стенки

$$\bar{\lambda}_{w.max} = (h_{max} / t_w) * (R_y / E)^{0,5}; \quad (3.9)$$

$\bar{\lambda}_{ef.max}$ – максимальная расчетная относительная гибкость отсека стенки

$$\bar{\lambda}_{ef.max} = (d/t_w) * (R_y / E)^{0,5}, \quad (3.10)$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

где d – меньшая из сторон пластинки h_{\max} или a ;

μ – отношение большей стороны пластинки к меньшей;

c_{cr} – параметр, зависящий от степени заземления стенки сжатой полкой двутавра, определяемый по п.8.5.4 [40];

Коэффициенты k_1 и k_5 учитывают изменение высоты сечения стенки по длине отсека и определяются по таблице 1 [42].

Коэффициент k_2 зависит от коэффициента α_{\max} , определяемого по формуле:

$$\alpha_{\max} = (\sigma_{\max} - \sigma_1) / \sigma_{\max} , \quad (3.11)$$

где, σ_{\max} – максимальное сжимающее напряжение у расчетной границы стенки в сечении с максимальной высотой;

σ_1 – напряжение на противоположной кромке стенки.

При $0 \leq \alpha_{\max} \leq 0,667$ $k_2 = 1/(6-3\alpha_{\max})$; при $0,667 < \alpha_{\max} \leq 1,4$ коэффициент k_2 определяется по таблице 2 [42]; при $1,4 < \alpha_{\max} \leq 4$ коэффициент k_2 определяется по формуле $k_2 = 0,25\alpha_{\max}^2$.

Коэффициент k_3 учитывает изменение нормальных напряжений по длине элемента и зависит от параметра α_α равного:

$$\alpha_\alpha = (\alpha_{\max} - \alpha_{\min}) / \alpha_{\max} , \quad (3.12)$$

где α_{\min} – аналогичный параметр α_{\max} , но на противоположной стороне отсека.

При $0 \leq \alpha_\alpha \leq 0,05$ $k_3 = 1,0$, а при $\alpha_\alpha > 0,05$ $k_3 = 1 - 0,2\alpha_\alpha$.

Коэффициент k_4 учитывает изменение величины нормальных сжимающих напряжений по длине отсека и определяется по формуле:

$$k_4 = 1 + 0,3\alpha_\sigma , \quad (3.13)$$

где α_σ – коэффициент, вычисляющийся по формуле:

$$\alpha_\sigma = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) / \sigma_{\max} , \quad (3.14)$$

где σ_{\max} и σ_{\min} – сжимающие нормальные напряжения на кромках стенки в зоне максимальной и минимальной высоты отсека.

Коэффициент k_6 учитывает изменение величины касательных напряжений по длине отсека и определяется по формуле:

$$K_6 = 1 + 0,5\alpha_\tau , \quad (3.15)$$

где α_τ – коэффициент, вычисляющийся по формуле:

$$\alpha_{\tau} = (\tau_{\max} - \tau_{\min}) / \tau_{\max}, \quad (3.16)$$

где τ_{\max} и τ_{\min} – касательные напряжения на кромках стенки в зоне максимальной и минимальной высоты.

При одновременном действии в отсеке нормальных и касательных напряжений, общая формула для проверки стенки на устойчивость имеет вид:

$$(1 + \beta_h^3) \sqrt{\frac{2 - \alpha_{\sigma}}{4} \cdot k_{\sigma} + \left(\frac{\alpha_{\sigma}}{1 + \alpha_{\sigma}}\right)^2 \cdot (k_{\sigma} \cdot k_{\tau})^2} + \sqrt{\left(\frac{2 + \alpha_{\max}}{4}\right)^2 \cdot k_{\sigma}^2 + k_{\tau}^2} \leq \gamma_c, \quad (3.17)$$

где $k_{\tau} = \tau / \tau_{cr}$;

$k_{\sigma} = \sigma / \sigma_{cr}$;

$\beta_h = (h_{\max} - h_{\min}) / h_{\max}$;

$\gamma_c = 1$ – для рядовых отсеков, $\gamma_c = 0,9$ – для отсека в зоне сопряжения ригеля и стойки.

Проверка местной устойчивости стенки в отсеке с наибольшими нормальными и касательными напряжениями.

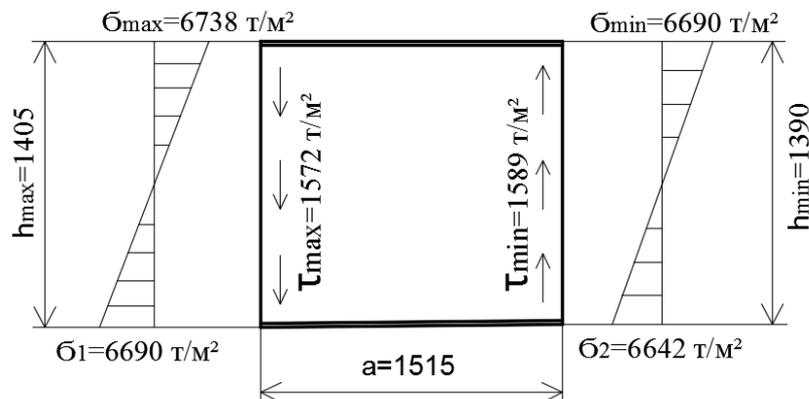


Рис.3.19 Отсек ригеля переменного сечения

$$\sigma_{cr, \text{norm}} = 30 \cdot 320 / 3,45^2 = 806,55 \text{ Н/мм}^2 = 82245 \text{ Т/м}^2$$

$$\tau_{cr, \text{norm}} = 10,3(1 + 0,76/1,07^2)185,6 / 3,45 = 267,23 \text{ Н/мм}^2 = 27250 \text{ Т/м}^2$$

$$k_1 = 1; k_2 = 0,167; k_3 = 1; k_4 = 1,002; k_5 = 1; k_6 = 1,005$$

$$\sigma_{cr} = 1 \cdot 0,167 \cdot 1 \cdot 1,002 \cdot 82245 = 13762 \text{ Т/м}^2$$

$$\tau_{cr} = 1 \cdot 1,005 \cdot 27250 = 27386 \text{ Т/м}^2$$

$$k_{\tau} = 1580,5 / 27386 = 0,058$$

$$k_{\sigma} = 6690 / 13762 = 0,486$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$\beta_h = (1,405 - 1,39) / 1,405 = 0,007$$

$$(1 + 0,007^3) \sqrt{\frac{2 - 0}{4} \cdot 0,486 + \left(\frac{0}{1 + 0}\right)^2 \cdot (0,486 \cdot 0,058)^2} + \sqrt{\left(\frac{2 + 0}{4}\right)^2 \cdot 0,486^2 + 0,058^2} = 0,7$$

$$0,7 < \gamma_c = 0,9$$

Условие выполняется, следовательно, местная устойчивость стенки обеспечена.

Ребра жесткости принимаются из стали С345. Ширина ребра 280 мм, толщина 8 мм.

Проверка рамы по второму предельному состоянию заключается в выполнении следующего условия:

$$f \leq f_u, \quad (3.18)$$

где $f = 36,2$ мм - максимальный прогиб ригеля рамы;

$f_u = l/300$ – вертикальный предельный прогиб ригеля покрытия при пролете $l = 36$ м, определяемый по таблице Д.1 [39].

$$f_u = 36000/300 = 120 \text{ мм}$$

$$f = 36,2 \text{ мм} < f_u = 120 \text{ мм}$$

Условие выполняется, следовательно, проверка по второму предельному состоянию выполнена.

Таким образом, принимаются сечения рамы, представленные на рисунке 3.20 – 3.22.

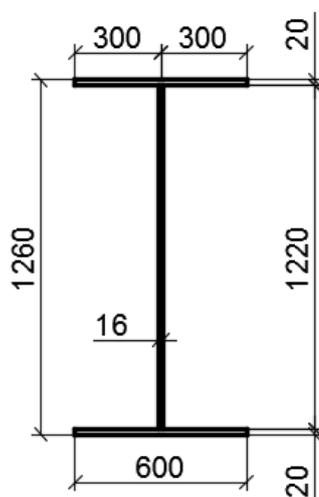


Рис.3.20 Сечение в коньке рамы

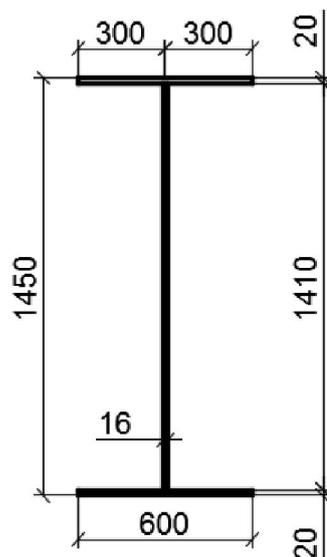


Рис.3.21 Угловое сечение рамы

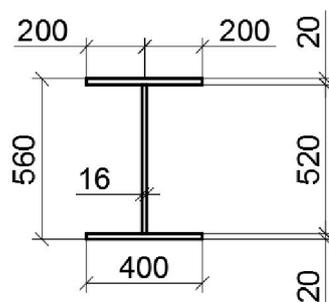


Рис.3.22 Опорное сечение рамы

3.5 Расчет фланцевого соединения

Указания по фланцевым соединениям согласно [40,43]:

- применяются высокопрочные болты с диаметром резьбы М24 класса точности В, класса прочности 10.9 из стали 40Х в отверстиях диаметров 27 мм;
- применяются гайки с диаметром резьбы М24 класса точности В, класса прочности 10;
- применяются шайбы М24;
- минимальное расстояние между осями отверстий под болты $2,5d$
 $2,5 \cdot 27 = 67,5$ мм;
- максимальное расстояние между осями отверстий под болты $16d$
 $16 \cdot 27 = 432$ мм;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- минимальное расстояние до края элемента $1,3d = 1,3 \cdot 27 = 35,1$ мм;
- толщина фланца 30 мм;
- катет шва приварки стенок рамы к фланцам 8 мм;
- катет шва приварки полок рамы к фланцам 12 мм.

Болты растянутых участков фланцев разделяются на болты внутренних зон, ограниченных стенками, полками, ребрами жесткости с двух и более сторон, и болты наружных зон, ограниченных с одной стороны. Прочность фланца и болтов, относящихся к внутренней зоне, следует считать обеспеченной, если соблюдены конструктивные требования.

Расчетное усилие растяжения болтов фланцевого соединения определяется по формуле:

$$V_p = R_{bh} \cdot A_{bn}, \quad (3.19)$$

где $R_{bh} = 755$ Н/мм² – расчетное сопротивление растяжению высокопрочных болтов по таблице Г.8 [40];

$A_{bn} = 3,53$ см² – площадь сечения болта нетто по таблице Г.9 [40].

$$V_p = 755 \cdot 3,53 = 266515 \text{ Н}$$

Расчетное усилие предварительного натяжения болтов следует принимать:

$$V_0 = 0,9 V_p = 0,9 \cdot 266515 = 239864 \text{ Н} \quad (3.20)$$

Болты фланцев располагаются равномерно по контуру и как можно ближе к элементам присоединяемого профиля.

Для повышения несущей способности растянутых участков фланцевых соединений необходимо усиливать их ребрами жесткости. Толщина ребер жесткости не должны превышать 1,2 толщины элементов основного профиля, длина должны быть не менее 200 мм.

Расчет фланцевого соединение конькового узла рамы

Данные, необходимые для расчета:

$A = 435,2$ см² – площадь сечения двутавра;

$A_f = 120$ см² – площадь сечения пояса;

$W = 18488$ см³ – момент сопротивления двутавра;

$M = 96$ т*м - изгибающий момент, действующий на соединение;

										Лист
										51
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ					

$N = 30,7$ т – продольное усилие, действующее на соединение;

$R_y = 300 \text{ Н/мм}^2 = 3,06 \text{ т/см}^2$ - расчетное сопротивление изгибу фланца;

$t = 30$ мм – толщина фланца;

$V_p = 266515 \text{ Н} = 26,1$ т - расчетное усилие растяжения болта;

$V_0 = 239864 \text{ Н} = 24,5$ т – расчетное усилие предварительного натяжения болта;

$k_{fw} = 8$ мм – катет сварных швов по стенке;

$k_f = 12$ мм – катет сварных швов по поясам двутавра.

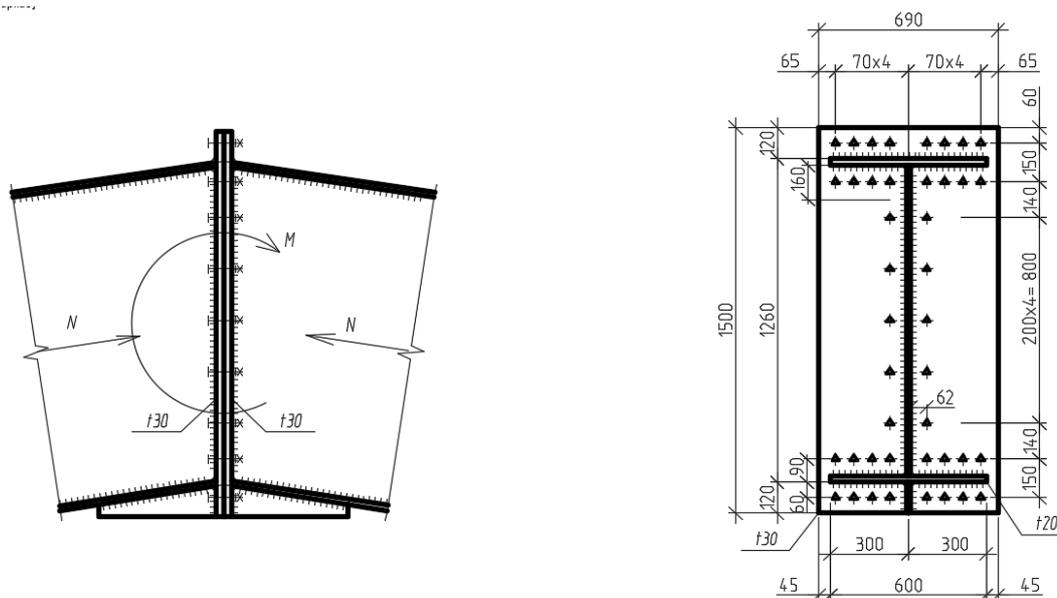


Рис.3.23. Схема фланцевого соединения

Максимальное и минимальное значение нормальных напряжений в присоединяемом ригеле от действия изгиба и продольных усилий определяется по формуле:

$$\sigma_{\max} = M/W + N/A = 9600/18488 + 30,7/435,2 = 0,59 \text{ т/см}^2 ;$$

$$\sigma_{\min} = -M/W + N/A = -0,45 \text{ т/см}^2 .$$

Усилие в растянутом поясе присоединяемого элемента определяется по формуле:

$$N_{fl} = (A_f + A_{w1}) \sigma_{\max} , \quad (3.21)$$

где $A_{w1} = h_{w1} * t_w$ - площадь участка стенки в зоне болтов растянутого пояса;

$h_{w1} = 160$ мм - ширина фланца, приходящаяся на первый болт, расположенный вдоль стенки двутавра;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$t_w = 16$ мм – толщина стенки двутавра.

$$A_{w1} = 160 \cdot 16 = 2560 \text{ мм}^2$$

$$N_{f1} = (120 + 256) \cdot 0,59 = 222 \text{ т}$$

Усилие в растянутой части стенки определяется по формуле:

$$N_w = 0,5 \sigma_{\max} \cdot (t_w / h_0) \cdot (h_0 - h_{w1}), \quad (3.22)$$

где $h_0 = h / (1-m) = 1260 / (1 - (-0,76)) = 716$ мм;

$$m = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} = -0,45 / 0,59 = -0,76.$$

$$N_w = 0,5 \cdot 0,59 \cdot (1,6/71,6) \cdot (71,6 - 16) = 0,37 \text{ т}$$

Прочность фланцевого соединения считается обеспеченной, если выполняются условия:

$$N_{f1} \leq N_{fp1};$$

$$N_w \leq N_{wp}.$$

При принятом конструктивном решении фланцевого соединения (симметричное расположение болтов относительно пояса) расчетное усилие растяжения, воспринимаемое болтом и фланцем, относящимся к растянутому поясу, определяется по формуле:

$$N_{fp1} = 1,8 \cdot B_p \cdot (k_1 + h_2/h_1) + N_{njf} \cdot n_n \cdot (1 + h_2/h_1), \quad (3.23)$$

то же, к растянутой части стенки

$$N_{wp} = 2 \cdot N_{njw} \cdot n / h_0 \cdot [h_2 - 0,5(n+1) \cdot w_j] \quad (3.24)$$

Определение N_{fp1}

$n_n = 14$ – количество болтов наружного ряда

$$h_1 = h_0 + b_1 = 716 + 60 = 776 \text{ мм}$$

$$h_2 = h_0 - a_1 = 716 - 90 = 626 \text{ мм}$$

$b_1 = 60$ мм – расстояние от оси болтов наружного ряда до пояса двутавра.

$a_1 = 90$ мм – расстояние от оси болтов внутреннего ряда до пояса двутавра.

k_1 – коэффициент, равный 1 при $h > 500$ мм

w_j – ширина фланца, приходящаяся на один болт наружной зоны j -го Т-образного участка фланца

Расчетное усилие растяжения N_{nf} , воспринимаемое фланцем и болтом, относящимися к наружной зоне пояса определяется как минимальное из N_{ff} и N_{bf} .

Расчетное усилие на болт, определяемое из условия прочности фланца на изгиб, рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{bf}} = \lambda_f B_p, \quad (3.25)$$

где λ_j – коэффициент, зависящий от параметра жесткости болта x_f .

$$\lambda_j = 0,5088 - 0,2356 \cdot \lg x_f \quad (3.26)$$

$$x_j = (b_f/t)^3 \cdot d_b^2 / w_f(t + d_b/2) \quad (3.27)$$

$b_f = b_1 - k_f = 60 - 12 = 48$ мм – расстояние от оси болтов ряда до края сварного шва растянутого пояса двутавра.

$$w_f = 70 \text{ мм}$$

$$x_f = (48/30)^3 \cdot 24^2 / 70(30+24/2) = 0,8$$

$$\lambda_f = 0,5088 - 0,2356 \lg 0,8 = 0,532$$

$$N_{\text{bf}} = 0,532 \cdot 26,1 = 14 \text{ т}$$

Расчетное усилие на болт, определяемое из условия прочности соединения по болтам, определяется по формуле:

$$N_{\text{bf}} = 1,3 B_p \cdot (\alpha_f + 1) / (\mu \alpha_f), \quad (3.28)$$

где $\mu = 0,9 B_p \cdot b_f / M_f = 0,9 \cdot 26,1 \cdot 4,8 / 32,13 = 3,5$;

$$M_f = R_y \cdot w_f \cdot t^2 / 6 = 3,06 \cdot 7 \cdot 3^2 / 6 = 32,13 \text{ т} \cdot \text{см};$$

$\alpha_f = 1,4$ – параметр, определяемый по таблице 4 [43].

$$N_{\text{bf}} = 1,3 \cdot 26,1 \cdot (1,4 + 1) / (3,5 \cdot 1,4) = 16,6 \text{ т}$$

Поскольку $N_{\text{bf}} = 14 \text{ т} < N_{\text{bf}} = 16,6 \text{ т}$, принимаем $N_{\text{bf}} = N_{\text{bf}} = 14 \text{ т}$.

$$N_{\text{fp1}} = 1,8 \cdot 26,1 \cdot (1 + 62,6/77,6) + 14 \cdot 14 \cdot (1 + 62,6/77,6) = 439 \text{ т}.$$

Определение N_{wp}

Расчетное усилие растяжения N_{nw} , воспринимаемое фланцем и болтом, относящимися к растянутой части стенки двутавра, определяется как минимальное из N_{fw} и N_{bw} .

Расчет всех параметров, необходимых для определения N_{fw} и N_{bw} , выполняется так же, как и при определении N_{fp1} , с разницей, что для болтов и фланца, относящихся к стенке профиля, параметр $b_w = b_2 - k_w = 62 - 8 = 54$ мм, а ширина фланца, приходящаяся на один болт наружной зоны, будет равна $w_w = 200$ мм. Тогда:

$$x_w = (54/30)^3 * 24^2 / 200(30+24/2) = 0,4$$

$$\lambda_w = 0,5088 - 0,2356 \lg 0,4 = 0,6$$

$$N_{\phi w} = 0,6 * 26,1 = 15,66 \text{ т}$$

Определение усилия на болт из условия прочности фланца на изгиб:

$$M_w = 3,06 * 20 * 3^2 / 6 = 275,4 \text{ т*см};$$

$$\mu = 0,9 * 21,6 * 5,4 / 275,4 = 0,38;$$

Значение α_w определяем по таблице 4 [43] - $\alpha_w = 2,25$;

$$N_{\phi w} = 1,3 * 26,1 * (2,25 + 1) / (0,38 * 2,25) = 129 \text{ т.}$$

Поскольку $N_{\phi w} = 129 \text{ т} > N_{\phi w} = 15,66 \text{ т}$, то принимаем $N_{nw} = N_{\phi w} = 15,66 \text{ т}$.

n – количество рядов болтов растянутой части стенки (в формуле 3.24).

$$N_{wp} = 2 * 15,66 * 2/71,6 * [62,6 - 0,5(2+1) * 20] = 28 \text{ т}$$

Проверка условия:

$$N_{fl} = 222 \text{ т} \leq N_{fp1} = 439 \text{ т};$$

$$N_w = 0,37 \text{ т} \leq N_{wp} = 28 \text{ т.}$$

Условие выполняется, следовательно, прочность фланцевого соединения обеспечена.

Конструирование и расчет прочности других фланцевых соединений сжато-изогнутых элементов проводится по представленному выше расчету. Полученные фланцевые соединения представлены на рисунках 3.24 и 3.25.

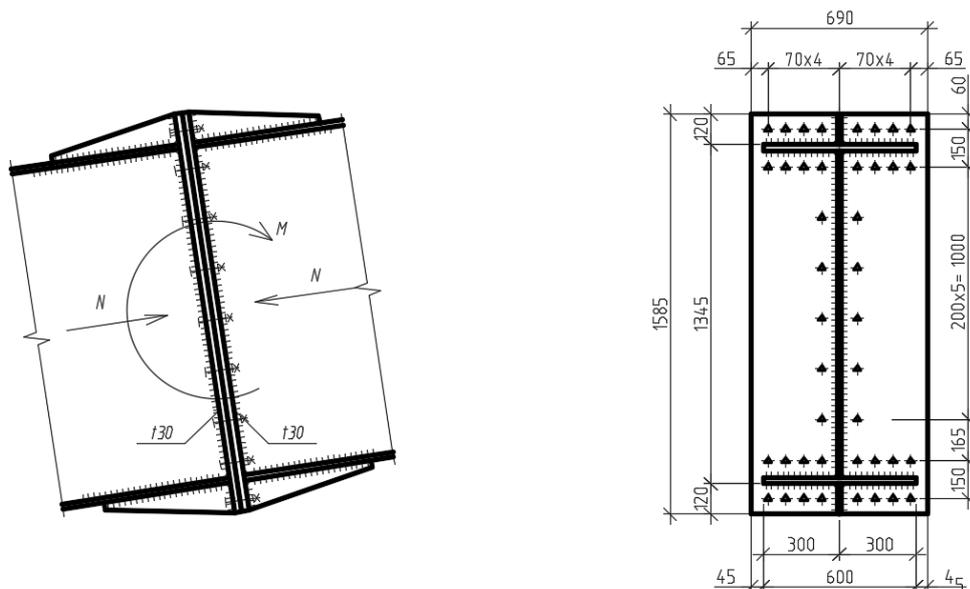


Рис.3.24 Фланцевое соединение ригеля по длине

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

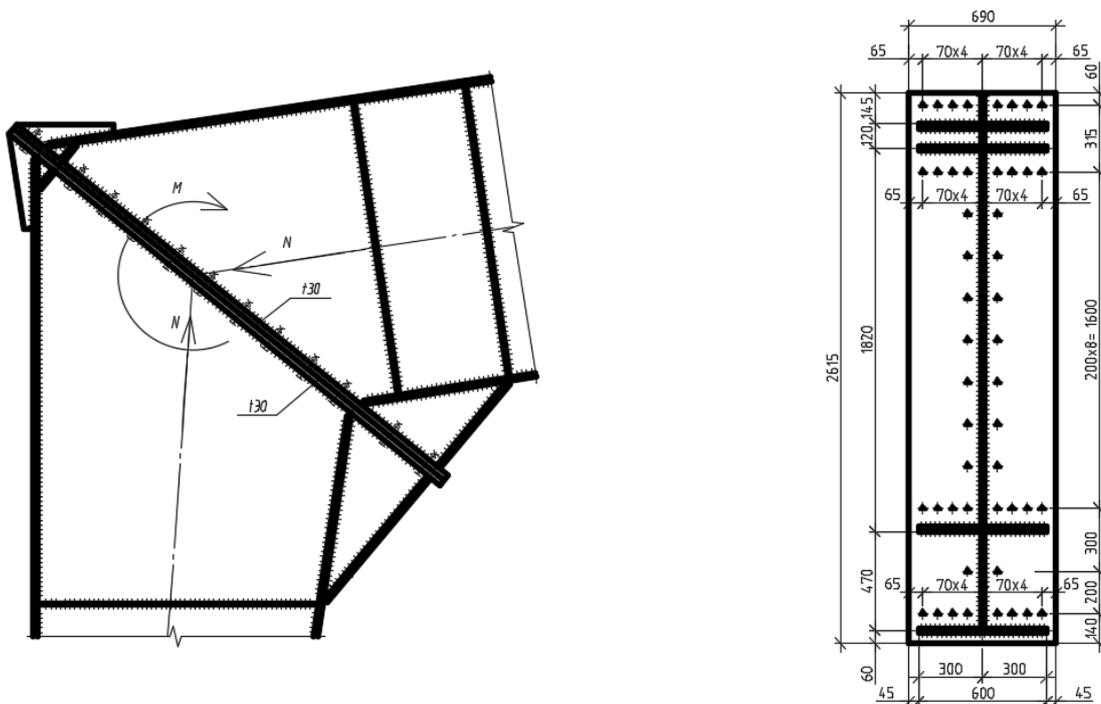


Рис.3.25 Фланцевое соединение ригеля со стойкой

3.6 Расчет базы колонны

Сталь опорной плиты базы принимаема С345. Класс бетона фундамента В35.

Требуемые размеры опорной плиты определяются исходя из следующего условия:

$$A_{пл}^{TP} \geq N / (R_{b,loc} * \gamma_c), \quad (3.29)$$

где $N = 47$ т - расчетное усилие в стойке на уровне базы;

$\gamma_c = 1$ - коэффициент, зависящий от распределения напряжений под плитой.

$R_{b,loc}$ - расчетное сопротивление бетона смятию, определяемое по формуле:

$$R_{b,loc} = R_b * \gamma_b, \quad (3.30)$$

где $R_b = 1,95$ кН/см² - призмная прочность бетона по таблице 6.8 [44];

$\gamma_b = 1,2$ – коэффициент, учитывающий местное сжатие бетона.

$$R_{b,loc} = 1,95 * 1,2 = 2,34 \text{ кН/см}^2 = 0,2386 \text{ т/см}^2$$

$$A_{пл}^{TP} \geq 47 / (0,2386 * 1) = 197 \text{ см}^2$$

Исходя из размеров опорного сечения стойки и вылета консольной части опорной плиты, опорная плита назначается размером в плане 630x420 мм.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Минимальная толщина опорной плиты определяется по формуле:

$$t_{пл} = (6M / b_f R_y \gamma_c)^{0,5}, \quad (3.31)$$

где $b_f = 400$ мм – ширина пояса двутавровой стойки;

$R_y = 300$ Н/мм² = 3,06 т/см² – расчетное сопротивление стали С345 при толщине от 20 до 40 мм;

$\gamma_c = 1$ – коэффициент условия работы;

M – изгибающий момент в плите по кромке колонны, определяемый по формуле:

$$M = A_{трап} q * c, \quad (3.32)$$

где $A_{трап} = 123$ см² – площадь сечения трапециевидного участка плиты - консоли;

$q = N/A_{пл} = 47 / 2604 = 0,02$ т/см² – реактивный отпор фундаменты под плитой;

$c = 1,5$ см – расстояние от центра тяжести трапеции до кромки стойки.

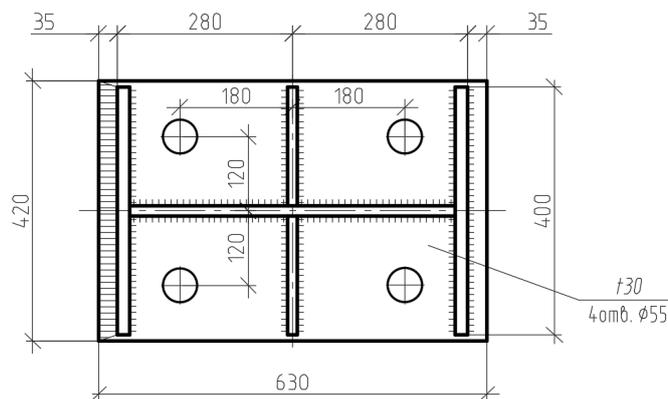


Рис.3.26 К расчету базы стойки

$$M = 123 * 0,02 * 1,5 = 3,7 \text{ т*см}$$

$$t_{пл} = (6 * 3,7 / 40 * 3,06 * 1)^{0,5} = 0,4 \text{ см}$$

Толщина опорной плиты по конструктивным соображениям назначается 30мм.

Расчет и проектирование фундаментных болтов производится согласно [45].

Площадь поперечного сечения болтов определяется по формуле из условия прочности:

$$A_{sa}^{TP} \geq k_0 * N / R_{ba}, \quad (3.33)$$

где $k_0 = 1,05$ – коэффициент для статических нагрузок;

$N = 47$ т - расчетное усилие в стойке на уровне базы;

$R_{ba} = 180 \text{ МПа} = 1,83 \text{ т/см}^2$ – расчетное сопротивление металла растяжению.

$$A_{sa}^{TP} = 1,05 \cdot 47 / 1,83 = 27 \text{ см}^2$$

$A_{sa} = 13,8 \text{ см}^2$ – площадь поперечного сечения анкерного болта М42.

Таким образом, принимаем 4 анкерный болта диаметром резьбы 42 мм из стали марки 09Г2С.

3.7 Связи

Подбор сечения связей и распорок выполняется по расчету на гибкость. Согласно требованию 10.4.1 [40] гибкость элементов λ не должна превышать предельных значений гибкости λ_u :

$$\lambda \leq \lambda_u, \quad (3.34)$$

Гибкость элементов рассчитывается по формуле:

$$\lambda = l_{ef} / i, \quad (3.35)$$

где l_{ef} - расчетная длина элемента;

i – радиус инерции сечения.

Согласно таблице 32 [40] предельная гибкость сжатых элементов $\lambda_u = 400$.

Согласно таблице 33 [40] предельная гибкость растянутых элементов $\lambda_u = 200$.

Из формул (3.19) и (3.20) следует, что минимальный радиус инерции сечения должен быть равен:

$$- i = l_{ef} / \lambda_u = l_{ef} / 400 \text{ – для сжатых элементов;}$$

$$- i = l_{ef} / \lambda_u = l_{ef} / 200 \text{ – для растянутых элементов.}$$

1. Подбор сечения горизонтальных связей по верхним поясам ригелей рам

- крестовые связи

$$l_{ef} = l = 8,5 \text{ м} = 850 \text{ см}$$

$$i = 850 / 400 = 2,1 \text{ см}$$

По [41] принимаем связь из квадратной трубы 100x100x5 мм из стали С245 с радиусом инерции $i = 3,84 \text{ см}$.

- распорки

$$l_{ef} = l = 6 \text{ м} = 600 \text{ см}$$

$$i = 600 / 200 = 3 \text{ см}$$

По [41] принимаем распорку из квадратной трубы 100x100x5 мм из стали С245 с радиусом инерции $i = 3,84$ см.

2. Подбор сечения горизонтальных связей по нижним поясам ригелей рам

Связи по нижним поясам ригелей имеют такие же геометрические характеристики, как и связи по верхним поясам. Следовательно, принимаем такое же сечение квадратной трубы 100x100x5 мм из стали С245.

3. Подбор сечения вертикальных связей между ригелями рам

- связь в уровне карнизного соединения ригеля и стойки

$$l_{ef} = l = 1,77 \text{ м} = 177 \text{ см}$$

$$i = 177 / 400 = 0,44 \text{ см}$$

По [41] принимаем связь из квадратной трубы 60x60x5 мм из стали С245 с радиусом инерции $i = 2,21$ см.

- связь в уровне конькового соединения ригелей

$$l_{ef} = l = 1,67 \text{ м} = 167 \text{ см}$$

$$i = 167 / 200 = 0,84 \text{ см}$$

По [41] принимаем связь из квадратной трубы 60x60x5 мм из стали С245 с радиусом инерции $i = 2,21$ см.

4. Подбор сечения связей между стойками рам

- вертикальная связь

$$l_{ef} = l = 6,65 \text{ м} = 665 \text{ см}$$

$$i = 665 / 400 = 1,66 \text{ см}$$

По [16] принимаем связь из швеллера №22П из стали С245 с радиусом инерции $i = 2,58$ см.

- двухветвевая распорка

$$l_{ef} = l = 1,4 \text{ м} = 140 \text{ см}$$

$$i = 140 / 200 = 0,7 \text{ см}$$

По [16] принимаем связь из швеллера №22П из стали С245 с радиусом инерции $i = 2,58$ см.

									Лист
									59
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ				

3.8 Стойки фахверка

Проверка сечения стойки фахверка выполнялась с помощью ПК «ЛИРА-САПР». В качестве фахверка выбран двутавр 25К2 по [15] из стали С245. Шаг стоек фахверка равен 6 м. Высота фахверка равна 10,15 м. Нагрузки, действующие на прогон, рассчитаны по п.3.2. Схемы загрузжений представлены на рисунке 3.27: а – собственный вес конструкций; б – ветровая нагрузка; в – снеговая нагрузка.

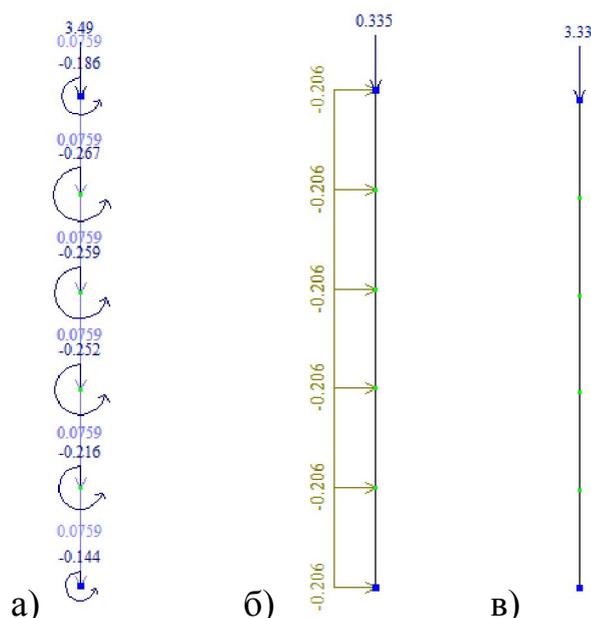


Рис.3.27 Нагрузка на стойку фахверка

По результатам стального расчета в ПК «ЛИРА-САПР» проверка заданного фахверка по первому и второму предельным состояниям выполнялась. Принимаем поперечное сечение фахверка из двутавра 25К2.

3.9 Прогоны

Проверка сечения прогона выполнялась с помощью ПК «ЛИРА-САПР». В качестве прогона выбран швеллер №24П по [16] из стали С245. Шаг прогонов равен 1,5 м. Длина прогона равна шагу поперечных рам и равна 6 м. Нагрузки,

действующие на прогон, рассчитаны в п.3.2. Схемы загрузок представлены на рисунке 3.28 – 3.31.



Рис.3.28 Загрузка 1 – Собственный вес конструкций кровли, т/м



Рис.3.29 Загрузка 2 – Снеговая нагрузка, т/м



Рис.3.30 Загрузка 3 – Ветровая нагрузка, т/м



Рис.3.31 Загрузка 4 – Ветровая нагрузка от фахверков, т

По результатам стального расчета в ПК «ЛИРА-САПР» проверка заданного прогона по первому и второму предельным состояниям выполнена. Принимаем поперечное сечение прогона из швеллера №24П.

4 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1 Область применения

1. Технологическая карта разработана на комплекс работ по монтажу зала с металлическим каркасом методом монтажа отдельных готовых конструктивных элементов.

2. ТК разработана на монтаж основных конструктивных элементов каркаса. Все сопутствующие работы учтены в калькуляции.

4.2 Организация и технология выполнения работ

4.2.1 Требования к завершению предшествующих процессов

1. До начала монтажа стальных конструкций должны быть полностью закончены работы по устройству фундаментов под монтаж колонн, произведена обратная засыпка пазух траншей и котлована, грунт спланирован в пределах нулевого цикла, устроены временные подъездные дороги для автотранспорта, подготовлены площадки для складирования конструкций и работы крана.

2. Доставку конструкций рам производить готовыми сегментами (максимальная длина – 12 м) краном-манипулятором.

3. До начала монтажа каркаса здания необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа здания, прошедшие входной контроль;

- нанести риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей. Риски наносятся карандашом или маркером. Недопустимо нанесение царапин или надрезов на поверхности конструкций;

- доставить в зону монтажа конструкций необходимые монтажные приспособления, оснастку и инструменты.

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

4. При монтаже зала отдельные отправочные элементы располагают внутри пролета здания, раскладывая конструкции по периметру этого здания параллельно оси проходки крана, оставляя свободный проезд для крана и транспортных средств, доставляющих конструкции.

5. До установки в проектное положение конструктивные элементы должны быть соответственно подготовлены.

Необходимо проверить состояние конструкций: наличие на них марок и осевых рисок, соответствие геометрических размеров рабочим чертежам, отсутствие трещин.

Стыкуемые поверхности очистить от ржавчины, грязи, снега и льда. Также необходимо спилить напильником или срубить зубилом заусенцы на кромках деталей и отверстий.

4.2.2 Перечень и технологическая последовательность процессов

Монтаж металлоконструкций производится в соответствии с требованиями [46,47].

Комплексный процесс монтажа состоит из следующих операций:

- монтаж стоек рамы на первой оси;
- монтаж стоек рамы на второй оси;
- монтаж связей между стойками;
- укрупнительная сборка первого ригеля рамы;
- монтаж первого ригеля рамы;
- укрупнительная сборка второго ригеля рамы;
- монтаж второго ригеля рамы;
- монтаж связей между ригелями.

Работы вести короткими захватками по 6,0 м с полным завершением работ на каждой захватке.

Монтаж каркаса необходимо начинать со связевого блока. В случае, если это невозможно необходимо устанавливать временные раскрепления.

Монтаж зала физкультурно-оздоровительного комплекса выполняется следующим образом:

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

1-я хватка:

- в осях 10-11 Б-Л монтаж стоек рам с временным раскреплением;
- в осях 10-11 Б-Л монтаж ригелей рам с установкой постоянных связей.

2-я хватка - в осях 9-10 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой;

3-я хватка - в осях 8-9 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой;

4-я хватка - в осях 7-8 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой;

5-я хватка - в осях 6-7 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой;

6-я хватка - в осях 5-6 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой;

7-я хватка - в осях 4-5 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой;

8-я хватка - в осях 3-4 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой;

9-я хватка - в осях 2-3 Б-Л монтаж стоек и ригелей рам с обвязкой.

Начало работ вести с установки двух рам по осям 10,11 с временным раскреплением стоек.

Для прохода гусеничного крана отсыпать (при необходимости) технологическую полосу по оси Е шириной 6 метров с послойным уплотнением грунта. Кран ДЭК-401 установить посередине пролета зала по оси Е.

Транспортировку грузов производить на высоте 0,5 м от встречающихся на пути препятствий, на минимальной скорости, с применением оттяжек во избежание ударов.

Приближение стрелы крана к существующим конструкциям должно быть не менее 1,0 м, монтируемые конструкции удерживать от раскачивания гибкими оттяжками из пенькового каната или тонкого троса.

Подъем рабочих на покрытие выполнять с автовышки и лестницы с монтажной площадкой.

1. Монтаж стойки рамы

Отметки опорных поверхностей фундаментов не должны отличаться от проектных более, чем на 5 мм.

Подъем стойки из горизонтального положения выполнять методом скольжения (поворот стойки вокруг подвижного шарнира).

Приподнять стойку за вершину без отрыва опорной части стойки от земли и привести в вертикальное положение. При этом опорная часть колонны будет скользить по основанию.

На анкерные болты необходимо надеть стальные предохранительные колпаки.

Установку стойки в проектное положение выполнять совмещая осевые риски на опорных плитах.

Вертикальность установки стойки в продольной и поперечной плоскостях проверять теодолитами. После того, как добились вертикальности, опорные детали стойки соединить электросваркой с опорной плитой фундамента.

2. Монтаж связей между стойками

Монтаж связей между стойками в ячейке жесткости выполнять перед монтажом ригеля рамы. Установку связей производить поэлементно, без укрупнения.

3. Укрупнительная сборка ригеля рамы

Укрупнительную сборку ригеля рамы производить на строительной площадке в пролете зала в зоне работы монтажного крана. Конструкции для укрупнения укладываются на прокладки из труб диаметром 600 мм. По две трубы на одну отправочную марку.

Сначала необходимо собрать два полуригеля, установив болты без окончательной затяжки. Далее полуригели соединяем между собой в коньковом узле болтами. После того, как измерены все геометрические размеры ригеля выполнить окончательную затяжку всех болтов.

В ходе и по окончании укрупнительной сборки проверяется точность сборки рулеткой, а также проводится визуальный осмотр. Отклонения линейных размеров не должно превышать 8 мм.

4. Болтовые соединения

- совмещение отверстий стыка с помощью проходных отправок;
- часть отверстий (не менее 10%) заполняется пробками и выбиваются проходные отправки;
- установка постоянных болтов с последующей стяжкой.

Процессе работ и по их окончании должна проводится проверка плотности стяжки и качество затяжки собранного узла.

5. Монтаж ригеля рамы

К каждой стойке рамы приставляют лестницу с монтажной площадкой.

Опорные части ригеля очищаются от ржавчины и прочих дефектов.

Грузозахватные устройства должны быть предварительно проверены. Ригель рамы поднимают на высоту 20-30 см для проверки правильности строповки.

С помощью оттяжек из пенькового каната выполняется подъем ригеля и наведение его в положение, близкое к проектному.

Монтажники, находящиеся на средствах подмащивания, устанавливают ригель в проектное положение и выполняют болтовое соединение ригеля со стойкой.

После установки ригели жесткой ячейки раскрепляются связями, распорками и прогонами.

Таблица 4.1 – Ведомость объемов работ

№	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ		Примечание
			На 1 констр.эл	На все здание	
1	Монтаж стойки рамы	шт т	1 3,04	20 60,8	
2	Сварочные работы при монтаже стойки	10 пог.м. шва	0,26	5,2	Катет шва 10мм
3	Монтаж распорок Р2 м/у стоек	шт т	1 0,31	18 5,58	
4	Сварочные работы при монтаже распорки	10 пог.м. шва	0,2	3,6	Катет шва 10мм
5	Монтаж связи Св3 (Св4) м/у стоек	шт т	1 0,11	8 0,88	
6	Постановка болтов при монтаже связи	На 100 болтов	0,04	0,32	Болты М20
7	Сварочные работы при монтаже связи	10 пог.м. шва	0,21	1,68	Катет шва 10мм
8	Укрупнительная сборка ригеля рамы	шт т	4 15,48	40 154,8	Сегмент1 - 4,15 т Сегмент2 - 3,59 т
9	Постановка болтов при укрупнительной сборке	На 100 болтов	0,84	8,4	Болты М24
10	Монтаж ригеля рамы	шт т	1 15,48	10 154,8	

Окончание таблицы 4.1

№	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ		Примечание
			На 1 констр.эл	На все здание	
11	Постановка болтов	На 100 болтов	96	960	Болты М24
12	Монтаж вертикальных связей между ригелями	шт т	1 0,24	9 2,16	
13	Постановка болтов	На 100 болтов	0,04	0,36	Болты М20
14	Сварочные работы	10 пог.м. шва	0,148	1,332	Катет шва 6мм
15	Монтаж распорок м/у ригелями	шт т	1 0,09	84 7,56	
16	Постановка болтов	На 100 болтов	2	168	Болты М20
17	Сварочные работы	10 пог.м. шва	0,074	6,216	Катет шва 6мм
18	Укрупнительная сборка горизонтальных связей	шт т	3 0,21	144 10,08	
19	Постановка болтов	На 100 болтов	0,02	96	Болты М20
20	Сварочные работы	10 пог.м. шва	0,076	3,648	Катет шва 6мм
21	Монтаж горизонтальной связи	шт т	1 0,21	48 10,08	
22	Сварочные работы при монтаже связи	10 пог.м. шва	0,152	7,296	Катет шва 6мм
23	Монтаж прогонов	шт т	1 0,14	234 32,76	
24	Постановка болтов	На 100 болтов	0,02	4,68	Болты М16
25	Сварочные работы	10 пог.м. шва	0,076	17,784	Катет шва 6мм

4.3 Калькуляция трудовых затрат

Калькуляция затрат труда представлена в таблице 4.2. Алгоритм расчета трудоемкости представлен на примере монтажа стойки рамы:

1. Сборник Е5 - выпуск 1;
2. §Е5-1-9 (а1, а2, б1, б2);
3. Состав звена:

- монтажники конструкций: 6 р-д – 1 чел; 4 р-д – 2 чел; 3 р-д – 1 чел;
- машинист крана: 6 р-д – 1 чел;

4. Объем работ:

- $V_p = 20$ конструктивных элементов;
- $V_p = 60,8$ тонн;

5. Норма времени для монтажников конструкции:

- $H_{вр} = 3,5$ [чел-час] – на один конструктивный элемент;
- $H_{вр} = 0,75$ [чел-час] – добавлять на 1 т;

6. Норма времени для машинистов крана:

- $H_{вр} = 0,7$ [маш-час] – на один конструктивный элемент;
- $H_{вр} = 0,15$ [маш-час] – добавлять на 1 т;

7. Поправочные коэффициенты к норме времени:

- $K_1 = 1$ (согласно [48] при производстве работ III группы в температурной зоне №5 в июле);
- $K_2 = 1$ (согласно вводной части сборника ЕНиР);
- $K_3 = 1$ (согласно технической части сборника ЕНиР);
- $K_4 = 1$ (примечаний нет);

8. Определение трудоемкости работы производится по формуле:

$$T = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * H_{вр} * V_p / 8 \quad (4.1)$$

$T = 1 * 1 * 1 * 1 * (3,5 * 20 + 0,75 * 60,8) / 8 = 14,45$ [чел-см] – трудоемкость монтажника конструкции;

$T = 1 * 1 * 1 * 1 * (0,7 * 20 + 0,15 * 60,8) / 8 = 2,89$ [чел-см] – трудоемкость машиниста.

Таблица 4.2 – Калькуляция трудовых затрат

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм	Объем работ	Обоснование ЕНиР	Затраты труда		Затраты маш. времени		Состав звена
					Нвр, чел-час	Трудоемк. чел-см	Нвр, маш-час	Трудоемк. маш-см	
1	Монтаж стойки рамы	шт т	20 60,8	§Е5-1-9 (а1, а2, б1, б2)	3,5 0,75	14,45	0,7 0,15	2,89	Монтажник: 6р-1чел 4р-2чел 3р-1чел Машинист 6р-1чел

Продолжение таблицы 4.2

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ	Обоснование ЕНиР	Затраты труда		Затраты маш. времени		Состав звена
					Нвр, чел-час	Трудовое мк. чел-см	Нвр, маш-час	Трудовое мк. маш-см	
2	Сварочные работы при монтаже стойки	10 м. шва	5,2	§E22-1-6 (e1)	3,5	2,275	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1
3	Монтаж распорок Р2 м/у стоек	шт	18 5,58	§E5-1-6 (д1, д2, д3, д4)	0,35 2,54	2,559	0,12 0,85	0,8629	Монтажник: 5р-1чел 4р-1чел 3р-1чел Машинист 6р-1чел
4	Сварочные работы при монтаже распорки	10 м. шва	3,6	§E22-1-6 (e11)	6,7	3,015	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1
5	Монтаж связи Св1 м/у стоек	шт	8 0,88	§E5-1-6 (в1, в2, в3, в4)	0,33 1,5	0,495	0,11 0,5	0,165	Монтажник: 5р-1чел 4р-1чел 3р-1чел Машинист 6р-1чел
6	Постановка болтов при монтаже связи	100 болтов	0,32	§E5-1-19 (1)	11,5	0,46	-	-	Монтажник: 4р-1чел 3р-1чел
7	Сварочные работы при монтаже связи	10 м. шва	1,68	§E22-1-6 (e6)	5,6	1,176	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1
8	Укрупнительная сборка ригеля рамы	шт	40 154,8	§E5-1-3 (б1, б2, б3, б4)	1,4 0,92	24,802	0,28 0,18	4,883	Монтажник: 6р-1чел 5р-1чел 4р-2чел 3р-1чел Машинист 6р-1чел
9	Постановка болтов при укрупнительной сборке	100 болтов	8,4	§E5-1-19 (1)	11,5	12,075	-	-	Монтажник: 4р-1чел 3р-1чел
10	Монтаж ригеля рамы	шт	10 154,8	§E5-1-6 (б1, б2, б3, б4)	0,3 1	19,725	0,1 0,33	6,5105	Монтажник: 6р-1чел 4р-3чел 3р-1чел Машинист 6р-1чел

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Продолжение таблицы 4.2

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ	Обоснование ЕНиР	Затраты труда		Затраты маш. времени		Состав звена
					Нвр, чел-час	Трудовое мк. чел-см	Нвр, маш-час	Трудовое мк. маш-см	
11	Постановка болтов	100 болтов	9,6	§Е5-1-19 (1)	11,5	13,8	-	-	Монтажник: 4р-1чел 3р-1чел
12	Монтаж вертикальных связей Св3 (Св4) между ригелями	шт	9 2,16	§Е5-1-6 (д1, д2, д3, д4)	0,35 2,54	1,0796	0,12 0,85	0,3645	Монтажник: 5р-1чел 4р-1чел 3р-1чел Машинист бр-1чел
13	Постановка болтов	100 болтов	0,36	§Е5-1-19 (1)	11,5	0,5175	-	-	Монтажник: 4р-1чел 3р-1чел
14	Сварочные работы	10 м. шва	1,332	§Е22-1-6 (е11)	6,7	1,1155	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1
15	Монтаж распорок Р1 м/у ригелями	шт	84 7,56	§Е5-1-6 (в1, в2, в3, в4)	0,33 1,5	4,8825	0,11 0,5	1,6275	Монтажник: 5р-1чел 4р-1чел 3р-1чел Машинист бр-1чел
16	Постановка болтов при монтаже распорки Р1	100 болтов	1,68	§Е5-1-19 (1)	11,5	2,415	-	-	Монтажник: 4р-1чел 3р-1чел
17	Сварочные работы при монтаже распорки Р1	10 м. шва	6,216	§Е22-1-6 (е11)	6,7	5,2059	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1
18	Укрупнительная сборка горизонтальных связей Сг1	шт	144 10,08	§Е5-1-3 (з1, з2, з3, з4)	0,15 1,4	4,464	0,05 0,47	1,3047	Монтажник: 5р-1чел 4р-1чел 3р-1чел Машинист бр-1чел
19	Постановка болтов	100 болтов	0,96	§Е5-1-19 (1)	8,05	0,966	-	-	Монтажник: 4р-1чел 3р-1чел
20	Сварочные работы	10 м. шва	3,648	§Е22-1-6 (е1)	3,5	1,596	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1
21	Монтаж горизонтальных связей Сг1	шт	48 10,08	§Е5-1-6 (г1, г2, г3, г4)	0,64 3	7,62	0,21 1	2,52	Монтажник: 5р-1чел 4р-1чел 3р-1чел Машинист бр-1чел

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Окончание таблицы 4.2

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ	Обоснование ЕНиР	Затраты труда		Затраты маш. времени		Состав звена
					Нвр, чел-час	Трудовое мк. чел-см	Нвр, маш-час	Трудовое мк. маш-см	
22	Сварочные работы при монтаже связи	10 м. шва	7,296	§E22-1-6 (e1)	3,5	3,192	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1
23	Монтаж прогонов П1	шт	234 32,76	§E5-1-6 (61, 62, 63, 64)	0,3 1	12,87	0,1 0,33	4,2764	Монтажник: 5р-1чел 4р-1чел 3р-1чел Машинист 6р-1чел
24	Постановка болтов при монтаже прогонов	100 болтов	4,68	§E5-1-19 (1)	11,5	6,7275	-	-	Монтажник: 4р-1чел 3р-1чел
25	Сварочные работы при монтаже прогонов	10 м. шва	12,168	§E22-1-6 (e6)	5,6	8,5176	-	-	Электросварщик: 6р-1,5р-1

4.4 График производства работ

Продолжительность работ, выполняемых вручную, определяется по формуле:

$$\Pi = T / (n * N), \quad (4.2)$$

где T – трудоемкость работы;

n – количество смен в день;

N – количество рабочих.

Продолжительность работ, выполняемых краном, определяется по формуле:

$$\Pi = M / (n * N), \quad (4.3)$$

где M – затраты машинного времени;

n – количество смен в день;

N – количество машин.

Таблица 4.4 – Предельные отклонения параметров металлоконструкций

Параметры	Предельные отклонения параметров, мм	Средства измерения
Отклонения отметок опорных поверхностей колонн	5	Нивелир НЗ
Разность отметок опорных поверхностей колонн	3	Нивелир НЗ
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	Теодолит 2Т30
Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в верхнем сечении	10	Теодолит 2Т30
Кривизна колонны	0,0013 расстояния между точками крепления, но не более 15	Нивелир НЗ
Отклонения отметок опорных поверхностей ригелей	10	Нивелир НЗ
Смещение ригелей с осей	15	Теодолит 2Т30
Расстояния между осями ригелей	15	Рулетка типа РЗ-10

2. Контроль качества сварочных работ

По окончании сварки соединение очищается от шлака и наплывов металла. Оценка качества сварочных работ включает в себя проверку на дефекты сварочных соединений. Возможные дефекты представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Дефекты сварных соединений

Дефекты	Характеристика дефектов	Допустимые размеры дефектов
Поры	Доля суммарной площади пор Максимальный размер поры	Не более 1-4% 2 мм
Шлаковые включения	Максимальный размер	2 мм
Непровары	Расстояние между непроварами	Не более 2 мм

Окончание таблицы 4.5

Дефекты	Характеристика дефектов	Допустимые размеры дефектов
Зазор между свариваемыми деталями	Максимальный размер	2 мм
Уменьшение катета шва	Разница в катетах	Не более 1 мм

3. Контроль качества болтовых соединений

В болтовых соединениях необходимо проводить контроль натяжения болтов.

В соединениях с числом болтов более четырех следует контролировать натяжение 10% болтов, но не менее трех в каждом соединении. Фактический момент закручивания должен быть не менее расчетного значения, но не превышать его более чем на 15%. Отклонение угла поворота гайки допускается на 30°.

В случае, если хотя бы один болт не удовлетворяет требованиям, контролю подлежит удвоенное число болтов.

Для фланцевых соединений контролю натяжения подлежат 100% болтов. Фактический момент закручивания должен быть не менее расчетного значения, но не превышать его более чем на 10%.

Плотность стяжки собранного узла проверяется щупом толщиной 0,3 мм. Щуп не должен проходить между деталями на глубину более 20 мм.

4.6 Потребность в материально-технических ресурсах

Выбор самоходного крана

Выбор самоходного крана производится путем нахождения трех основных характеристик. Схема выбора крана представлена на рисунке 4.2.

1. Требуемая грузоподъемность крана определяется по формуле:

$$Q_k^{TP} = m_3 * k_3 + m_{oc} * k_3 + m_{гр} * k_3, \quad (4.4)$$

где $m_3 = 15,48$ т – наибольшая масса монтируемого элемента (ригель рамы), т;

$m_{oc} = 0$ т – масса оснастки, т;

$m_{гр} = 0,9$ т – масса грузозахватных устройств (траверса ТР-Р-20,0/12000; стропы 1СКБ-12,0/7500; стропы СКК-10,0/5000), т;

$k_3 = 1,1$ – коэффициент запаса для металла.

$$Q_k^{TP} = 15,48 * 1,1 + 0,9 * 1,1 = 18 \text{ т}$$

2. Требуемая высота подъема крюка определяется по формуле:

$$H_k^{TP} = h_0 + h_2 + h_3 + h_{ст}, \quad (4.5)$$

где $h_0 = 7,57$ м – превышение низа элемента над уровнем стоянки крана, м;

$h_2 = 4,19$ м – высота монтируемого ригеля рамы;

$h_3 = 0,5$ м – запас по высоте над местом установки;

$h_{ст} = 8,8$ м – высота строповки.

$$H_k^{TP} = 7,57 + 4,19 + 0,5 + 8,8 = 22 \text{ м}$$

3. Определение вылета стрелы крана

Для удобства монтажа стоянки крана выгодно принимать в середине пролета зала (ось Е) так, чтобы с одной стоянки кран мог смонтировать связевую панель. Таким образом, принимаем шаг стоянки крана 6 м.

Проверка вылета стрелы, при котором обеспечиваются необходимые зазоры между стрелой крана и монтируемым элементом, производится по формуле:

$$l_k^{TP} = c + (e + d' + a)(H_k - h_{ш}) / h_{ст}, \quad (4.6)$$

где $e = 0,6$ м – половина толщины стрелы на уровне монтируемого ригеля рамы;

$d' = 0,5$ м – минимальное расстояние от конструкции стрелы до ригеля;

$a = 0,3$ м – расстояние от центра строповки ригеля рамы до точки ближе всего расположенной к стреле крана;

$h_{ш} = 1,774$ м – высота от уровня стоянки крана до нижней части поворотной платформы;

$c = 1,3$ м – расстояние по горизонтали от оси вращения крана до оси шарнира стелы крана.

$$l_k^{TP} = 1,3 + (0,6 + 0,5 + 0,3) (21,99 - 1,774) / 8,8 = 4,5 \text{ м}$$

$l_k^{TP} = 4,5 \text{ м} < l_k = 6 \text{ м} \Rightarrow$ вылет стрелы 6 метров при монтаже ригеля рамы удовлетворяет условию.

4. Минимальная длина стрелы определяется по формуле:

$$L_{стр}^{тр} = [(H_k - h_{шт})^2 + l_k^2]^{0.5} \quad (4.7)$$

$$L_{стр}^{тр} = [(21,99 - 1,774)^2 + 6^2]^{0.5} = 21,1 \text{ м}$$

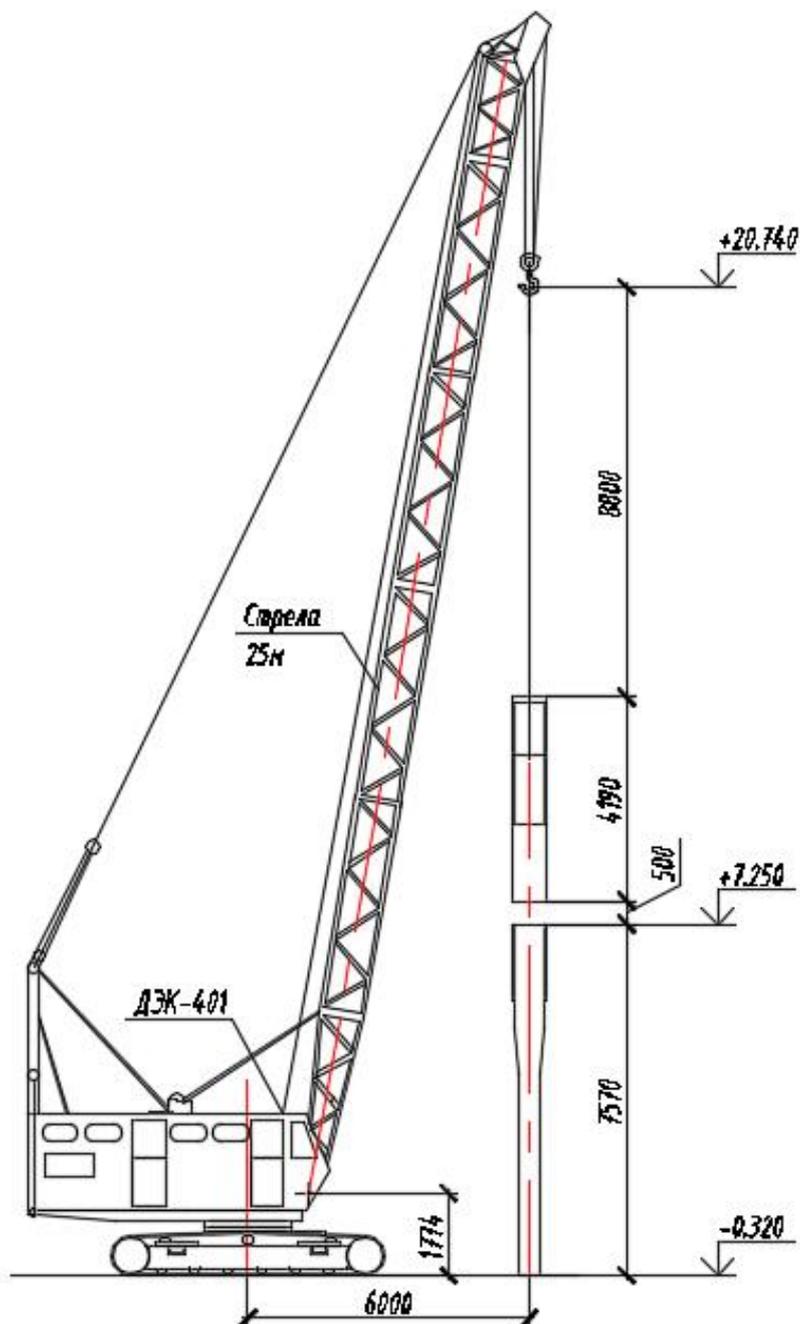


Рис.4.2 Схема выбора монтажного крана

Согласно полученным техническим параметрам принимается гусеничный кран ДЭК-401 с длиной стрелы 25 м. Грузовысотные характеристики крана представлены на рисунке 4.3.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

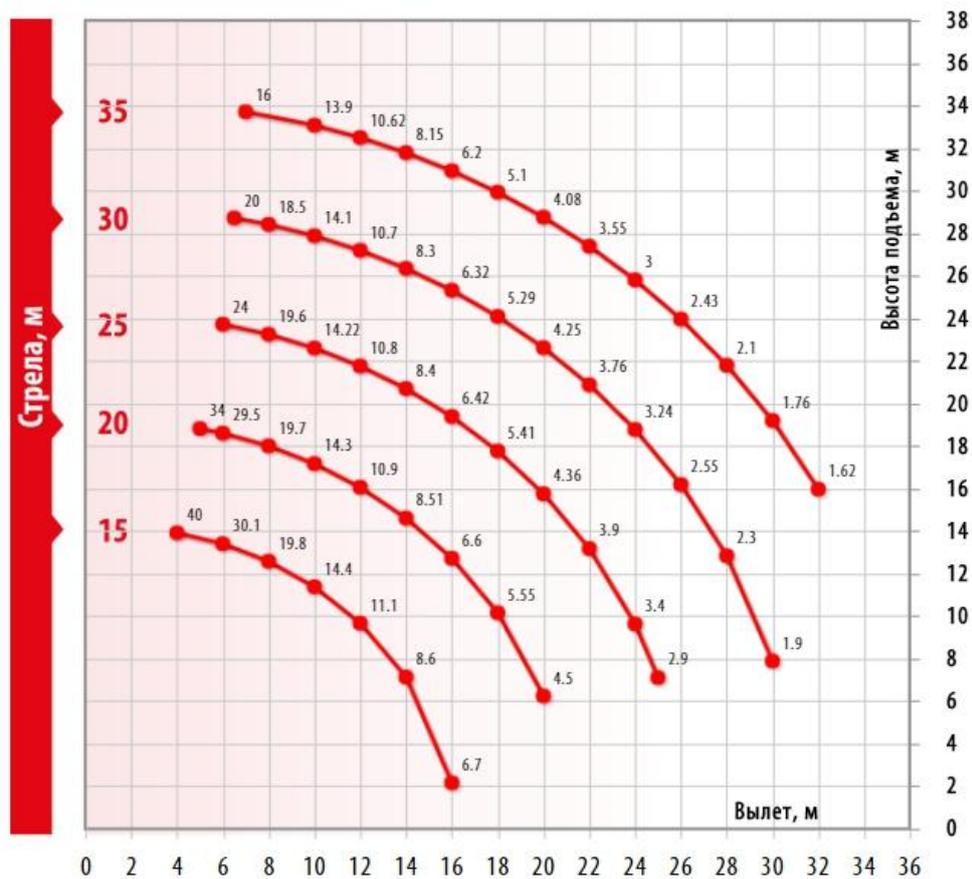


Рис.4.3 Грузовысотные характеристики крана ДЭК-401

В процессе монтажа металлоконструкций применяются различные механизмы, инструменты и приспособления. Потребность в этих основных средствах представлена в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Используемые материально-технические ресурсы

Наименование, тип, марка	Основные параметры	Назначение
Кран монтажный ДЭК-401	Длина стрелы 25м; Грузоподъемность 40т	Монтажные работы
Автоподъемник АП-22	Длина стрелы 22м; Грузоподъемность 200 кг	Средства подмащивания
Кран-манипулятор Hyundai HD 170	Грузоподъемность 10,8 т	Разгрузочные работы
Комплект инструмента для монтажных работ	Рулетка, монтажные ломы, молотки, линейка, уровень	Монтажные работы
Траверса ТР-Р-20,0/12000	Длина 12м; Грузоподъемность 20т	Погрузочно-разгрузочные работы

Для защиты от поражения электрическим током необходимо следовать следующим правилам:

- использовать рукавицы с низкой электропроводимостью;
- использовать специальную обувь, предохраняющую от ожогов брызгами;
- использовать защитные щитки, маски и очки.

Для защиты от падения груза все лица, должны носить защитные каски.

При выполнении сборочных операций проверять совпадение отверстий в монтируемых конструкциях пальцами рук нельзя.

При скорости ветра 15 м/с и более или при гололедице, сильном снегопаде, тумане и грозе выполнять монтажные работы нельзя.

Для обеспечения безопасности производства работ краном в условиях опасных производственных факторов и уменьшения границ опасных зон разработаны необходимые мероприятия, в том числе: до начала работ необходимо выполнить границу запрещения перемещения грузов видимыми маяками (красными флажками) с сигнальным освещением в темное время суток.

Транспортировку грузов производить на высоте 0,5 м от встречающихся на пути препятствий, на минимальной скорости, с применением оттяжек во избежание ударов.

Приближение стрелы крана к существующим конструкциям должно быть не менее 1,0 м, монтируемые конструкции удерживать от раскачивания гибкими оттяжками из пенькового каната или тонкого троса.

Выполнение электросварочных работ во время дождь или снегопада при отсутствии навесов нельзя.

4.8 Техничко-экономические показатели

Трудоемкость - 156,5 чел.-см.

Продолжительность производства работ – 26 дней.

Машиноёмкость – 25,78 маш.-см.

Максимальное число рабочих в смену – 8 человек.

										Лист
										79
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ					

5 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1 Календарный план производства работ

Организация строительного производства представляет собой комплекс мероприятий, направленных на упорядочение и приведение в систему выполнения монтажных работ на строительной площадке.

Разработка календарного плана позволяет установить сроки и последовательность выполнения строительного-монтажных работ, а также их взаимную увязку во времени.

Трудоемкость СМР определяется по формуле 4.1.

Перечень основных строительного-монтажных работ, их объемы и затраты труда рабочих и машин представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Калькуляция трудовых затрат

№ п/п	Наимен. работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Затраты труда		Затраты маш. Времени		Состав звена
					Нвр (чел-час)	Трудоемк (чел-см)	Нвр (маш-час)	Машиноемк (маш-см)	
Строительство подземной части здания									
1	Разработка грунта экскаватором "обратная лопата" с ковшом 1.6м ³	1000м ³	3.9	ГЭСН 01-01-002-08	4.93	2.403	20.48	9.984	2
2	Устройство щебеночной подготовки	1м ³	33	ГЭСН 08-01-002-02	2.4	9.900	0.54	2.228	4
3	Устройство бетонной подготовки	100м ³	0.33	ГЭСН 06-01-001-01	180	7.425	18.13	0.748	4
4	Гидроизоляция основания фундаментов	100м ²	3	ГЭСН 08-01-003-03	20.1	7.538			4
5	Устройство жб монолитного фундамента до 3м ³	100м ³	1.01	ГЭСН 06-01-001-05	785.88	99.217	32.29	4.077	4
6	Устройство жб монолитного фундамента до 5м ³	100м ³	0.92	ГЭСН 06-01-001-06	610.06	70.157	26.02	2.992	4

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наимен. работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Затраты труда		Затраты маш. Времени		Состав звена
					Нвр (чел-час)	Трудоемк (чел-см)	Нвр (маш-час)	Машиное мк (маш-см)	
7	Устройство жб монолитных фундаментных балок	100м ³	0.95	ГЭСН 06-01-034-01	1309	155.444	61.01	7.245	4
8	Гидроизоляция обмазочная битумная в 2 слоя	100м ²	12.2	ГЭСН 08-01-003-07	21.2	32.330			4
9	Теплоизоляция фундаментных балок	1м ³	33	ГЭСН 26-01-041-01	18.17	74.951			3
10	Обратная засыпка пазух бульдозером	1000м ³	3.579	ГЭСН 01-01-034-05			2.75	1.230	1
Возведение надземной части здания									
11	Монтаж каркаса зала	См. раздел 4							8
12	Монтаж колонн до 1т	1т	41.6	ГЭСН 09-03-002-01	10.47	54.444	2.22	11.544	5
13	Монтаж колонн до 3т	1т	41.1	ГЭСН 09-03-002-02	6.44	33.086	1.4	7.193	5
14	Монтаж связей и распорок м/у колоннами	1т	3.9	ГЭСН 09-03-014-01	63.28	30.849	4.01	1.955	5
15	Монтаж балок перекрытия	1т	73.1	ГЭСН 09-03-002-12	18.25	166.759	2.88	26.316	5
16	Монтаж балок покрытия	1т	55.1	ГЭСН 09-03-002-12	18.25	125.697	2.88	19.836	5
17	Монтаж покрытия из профнастила	100м ²	40.6	ГЭСН 09-04-002-01	35.5	180.163	2.93	14.870	5
18	Монтаж перекрытия из профнастила	100м ²	15.84	ГЭСН 09-04-002-01	35.5	70.290	2.93	5.801	5
19	Устройство монолитного жб перекрытия	100м ³	1.9	ГЭСН 06-01-041-12	758.74	180.201	41.11	9.764	4
20	Кладка стен из газоблока	м ³	383.2	ГЭСН 08-03-004-01	3.65	174.835	0.13	6.227	6
21	Устройство лестниц из отдельных жб ступеней	100м	0.45	ГЭСН 07-05-015-01	117.72	6.622	1.47	0.083	4
22	Монтаж сэндвич-панелей	100м ²	16.27	ГЭСН 09-04-006-04	170.24	346.226	33.58	68.293	5
23	Устройство пароизоляции	100м ²	40.68	ГЭСН 12-01-015-03	7.84	39.866	0.21	1.068	4

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ

Лист

81

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наимен. работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Затраты труда		Затраты маш. Времени		Состав звена
					Нвр (чел-час)	Трудоемк (чел-см)	Нвр (маш-час)	Машиное мк (маш-см)	
24	Утепление покрытий мин.ватой	100м ²	40.68	ГЭСН 12-01-013-03	45.54	231.571	0.83	4.221	4
25	Устройство кровель из ПВХ мембран	100м ²	40.68	ГЭСН 12-01-028-01	6.99	35.544	0.05	0.254	4
26	Монтаж оконных блоков	1т	3.1	ГЭСН 09-04-009-03	219.65	85.114	15.49	6.002	5
27	Монтаж витражей	1т	9.1	ГЭСН 09-04-010-01	268.8	305.760	7.36	8.372	5
28	Устройство уплотняемого щебеночного основания	м3	668.3	ГЭСН 11-01-003-03	3	250.613	0.48	40.098	4
29	Устройство бетонного подстилающего слоя	м3	201.6	ГЭСН 11-01-002-04	3.66	92.232			4
30	Гидроизоляция оклеечная	100м ²	40.32	ГЭСН 11-01-004-03	56.5	284.760			4
31	Теплоизоляция пола	100м ²	27.32	ГЭСН 11-01-009-01	28.38	96.918			3
32	Устройство цементно-песчаной стяжки	100м ²	54.36	ГЭСН 11-01-011-01	42.01	285.458	2.32	15.764	4
33	Кладка перегородок из кирпича	100м ²	33.22	ГЭСН 08-02-002-05	143.99	597.918	4.22	17.524	8
34	Сан-тех работы 1 этапа	100 м3	340.1	Приложение 1 [51]	3.5	148.79375			4
35	Устройство теплофикации	100 м3	340.1	Приложение 1 [51]	11.1	471.88875			8
36	Электромонтажные работы 1 этапа	100 м3	340.1	Приложение 1 [51]	2.2	93.5275			4
Отделочные работы									
37	Оштукатуривание стен известковым раствором	100м ²	51.71	ГЭСН 15-02-015-01	65.66	424.410	4.99	32.254	9
38	Окраска водно-дисперсионной краской	100м ²	42.68	ГЭСН 15-04-007-01	43.56	232.393	0.17	0.907	6
39	Устройство керамической плитки на стены	100м ²	9.03	ГЭСН 15-01-019-05	159.67	180.228	1.65	1.862	6

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Окончание таблицы 5.1

№ п/п	Наимен. работ	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Затраты труда		Затраты маш. Времени		Состав звена
					Нвр (чел-час)	Трудоемк (чел-см)	Нвр (маш-час)	Машиное мк (маш-см)	
40	Устройство подвешных потолков	100м ²	8.4	ГЭСН 15-01-047-15	102.46	107.583	5.34	5.607	4
41	Устройство покрытий наливных	100м ²	2.58	ГЭСН 11-01-045-01	80.04	25.813	0.24	0.077	4
42	Устройство покрытий из линолеума	100м ²	15.2	ГЭСН 11-01-036-03	17.2	32.680	0.82	1.558	4
43	Устройство покрытий из плит керамогранитных	100м ²	7.52	ГЭСН 11-01-047-01	234.92	220.825	1.73	1.626	6
44	Устройство покрытий из керамических плиток	100м ²	6.62	ГЭСН 11-01-027-03	119.78	99.118	2.94	2.433	6
45	Заполнение дверных проемов	1м ²	334.4	ГЭСН 09-04-012-01	2.4	100.320			4
46	Установка подъемно-секционных ворот	1т	0.38	ГЭСН 09-04-011-01	46.37	2.203	8.87	0.421	4
47	Сан-тех работы 2 этапа	100 м3	340.1	Приложение 1 [51]	0.4	17.005			4
48	Устройство вентиляционных систем	1шт	100	ГЭСН 20-02-001-01	1.63	20.375			4
49	Устройство противопожарных систем	1шт	120	ГЭСНм 10-08-001-06	4.8	72			4
50	Электромонтажные работы 2 этапа	100 м3	340.1	Приложение 1 [51]	0.2	8.5025			3
51	Благоустройство территории	5% от общей трудоемк		Приложение 1 [51]		352.46			6

Продолжительность работ определяется по формулам (4.2, 4.3).

Календарный план производства работ по строительству физкультурно-оздоровительного комплекса, график движения рабочей силы и машин и механизмов представлены на чертеже л.7.

5.2 Строительный генеральный план

Строительный генеральный план разработан на основе генерального плана.

На стройгенплан нанесены проектируемые сооружения, основные и временные инженерные коммуникации, автомобильные дороги.

Доставка на строительную площадку строительных конструкций, полуфабрикатов и материалов производится автомобильным транспортом. При въезде на стройплощадку установлены необходимые предупредительные знаки.

Ограждение стройплощадки – панельно-стоечное по [52].

5.2.1 Привязка монтажного крана

Монтаж физкультурно-оздоровительного комплекса выполняется гусеничным краном ДЭК-401. Данный кран располагается на строительной площадке так, что при работе расстояние между его поворотной частью при любом его положении и строениями, штабелями грузов и другими предметами было не менее 1 м. Наибольший габарит поворотной части крана равен 4,7 м.

Таким образом, горизонтальная привязка крана принимается 5,7 м.

Опасная зона крана – это зона возможного отлета груза. Радиус границы этой зоны определяется по формуле:

$$R_0 = R_p + V_{\min}/2 + V_{\max} + P, \quad (5.1)$$

где R_p – максимальный рабочий вылет стрелы крана;

V_{\min} и V_{\max} – минимальный и максимальный размер поднимаемого груза;

P – величина отлета груза при падении. При высоте возможного падения груза 12 м, минимальное расстояние отлета груза, перемещаемого краном, составляет 4,6 м.

При монтаже ригеля рамы расстояние отлета груза составляет $R_0 = 40,9$ м.

Граница опасной зоны при падении грузов со стен здания $R_0 = 9,5$ м.

5.2.2 Приобъектные склады

1. Определение запасов основных строительных материалов и конструкций

Объем производственного материала рассчитывается как:

$$P_{\text{скл}} = P_{\text{общ}} * n * l * m / T, \quad (5.2)$$

					Лист
					84
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

где $P_{\text{общ}}$ – общее количество материала;

T – продолжительность потребления материала;

n – норматив запаса материала на складе в днях потребления;

$l = 1,1$ – коэффициент неравномерности поступления материалов и изделий на склад, для материалов, поставляемых автомобильным транспортом;

$m = 1,3$ – коэффициент неравномерности потребления материалов и изделий;

2. Определение площади складов

Площадь склада зависит от вида складированного на нем материала, от способа хранения, количества материала и состава обслуживаемых производств.

Расчет площади склада, производится по удельным нагрузкам:

$$S = P_{\text{скл}} * q, \quad (5.3)$$

где q – норма площади склада на единицу складированного ресурса.

Таблица 5.2 – Расчет складских площадей

№	Наименование материала, конструкций	Продол – жительность потребления, дн	Объем потребления		Запас материала		Площадь склада	
			Ед. изм.	Кол-во	Норм.	Расч.	На ед.	Всего
1	Стальные конструкции	54	1 т	271	8	48,6	1,8	87,5
2	Газоблоки	12	1 тыс.шт	6,3	5	1,5	2,5	3,8
3	Кирпич	30	1 тыс.шт	33	5	7,9	2,5	20
4	Сэндвич-панель	35	1 м ²	1627	1	66,5	2,0	133

Общая площадь склада составляет 225 м².

5.2.3 Временные здания

1. Определение потребности во временных зданиях

Потребность во временных зданиях определяется на весь этап строительства объекта:

$$F = F_n * P, \quad (5.4)$$

где F_n – нормативный показатель потребности здания, ед.изм./вместимость;

P – число работающих в наиболее многочисленную смену.

Численность пользователей зданием представлена в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Категории рабочих на строительной площадке

№ п/п	Состав рабочих	Соотношение категорий рабочих по отраслям, %	Кол-во рабочих
1	Общее число кадров	100	16
2	Рабочие	85	13
3	ИТР	8	1
4	Служащие	5	1
5	МОП и охрана ³⁰	2	1

Общая потребность во временных зданиях представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Площади временных зданий

№ п/п	Наименование здания	Нормативный показатель, м ² /чел	Число пользующихся, чел	Площадь, м ²
1	Гардеробная	0,9	16	14,4
2	Умывальня	0,05	13	0,65
3	Душевая	0,4	13	5,2
4	Столовая	0,8	13	10,4
5	Помещение для отдыха	1	13	13
6	Сушильня	0,2	16	3,2
7	Уборная	0,07	13	0,91
8	Контора	4	1	4
9	Пост охраны	6	1	6

Номенклатура временных зданий для строительной площадки представлена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Номенклатура временных зданий

№	Наимен. здания	Число пользующихся, чел	Серия здания	Площадь, м ²	Размеры, м	Кол-во
1	Гардеробная с умывальной	16	На базе системы «Днепр»	15,7	3x6,7x2,9	1
2	Душевая	7	На базе системы «Комфорт»	24,3	3x9x2,9	2
3	Столовая	13	На базе системы «Мелиоратор»	15,6	3x6x2,9	1

Окончание таблицы 5.5

№	Наимен. здания	Число пользующихся, чел	Серия здания	Площадь, м ²	Размеры, м	Кол-во
4	Помещение для отдыха, обогрева и сушки одежды	16	На базе системы «Универсал»	15,5	3х6х2,9	1
5	Уборная	13	На базе системы «Днепр»	1,4	1,3х1,2х2,4	2
6	Кантора	1	На базе системы «Универсал»	15,5	3х6х2,9	1
7	Пост охраны	1	На базе системы «Универсал»	9	2,5х3х3	1

Под бытовые помещения использовать временные вагончики. На площадке устанавливается биотуалет.

5.2.4 Потребность в воде

Водоснабжение предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд строительной площадки. Расход воды определяется как сумма:

$$Q_{тр} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}, \quad (5.5)$$

где $Q_{пр}$ - расход воды на производственные нужды;

$Q_{хоз}$ - расход на хозяйственные нужды;

$Q_{пож} = 10$ л/с - расход на пожарные нужды из расчета действия 2 струи из гидрантов по 5 л/с.

$$Q_{пр} = \sum \frac{K_{НУ} * q_y * n_{П} * K_{ч}}{3600 * t}, \quad (5.6)$$

где $K_{НУ} = 1,2$ – коэффициент неучтенного расхода воды;

q_y – удельный расход воды на производственные нужды, л;

$n_{П}$ – число производственных потребителей;

$K_{ч} = 1,5$ – коэффициент часовой коэффициент часовой неравномерности потребления;

$t = 8$ ч – число учитываемых расходом воды часов в смену.

$$Q_{\text{хоз}} = \sum \frac{q_x * n_p * K_{\text{ч}}}{3600 * t} + \frac{q_{\text{д}} * n_{\text{д}}}{60 * t_1}, \quad (5.7)$$

где q_y – удельный расход воды на хозяйственные нужды;

$q_{\text{д}}$ – расход воды на прием душа одного работающего;

$n_p = 16$ чел – число работающих в наиболее загруженную смену;

$n_{\text{д}} = 0,8 * n_p = 13$ чел – число пользующихся душем;

$t_1 = 45$ мин – продолжительность использования душа;

$t = 8$ ч – число учитываемых расходом воды часов в смену;

$K_{\text{ч}} = 1,5$ – коэффициент часовой коэффициент часовой неравномерности потребления.

Результаты расчета потребности в воде сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Калькуляция потребности строительства в воде

№	Потребитель	Ед. изм.	Кол-во потреб.	Продол. потреб, дн	Удельн. расход, л	Коэффициент		Число час в смену	Расход воды, л/с
						Неучтен. расхода	Нерав. потребл		
Производственные нужды									
1	Поливка бетона	м ³	288	33	100	1,2	1,5	8	0,027
2	Малярные работы	м ²	4268	16	0,5	1,2	1,5	8	0,0041
3	Штукатурные работы	м ²	5171	20	4	1,2	1,5	8	0,032
4	Полив газонов	м ²	2451	26	10	1,2	1,5	8	0,029
Итого по производственным нуждам:									0,0921
Хозяйственно-бытовые нужды									
5	Душ	1 раб.	13	5мин	50	-	-	8	0,24
6	Умывальники	1 раб.	16	3мин	4	-	1,5	8	0,003
7	Столовая	1 раб.	16	3мин	25	-	1,5	8	0,014
Итого по хозяйственно-бытовым нуждам:									0,257
Пожарные нужды									
8	Гидранты	1 стр	2	-	-	-	-	-	10
Всего $Q_{\text{тр}}$:									10,35

На строительной площадке расположены 2 гидранта на расстоянии 135 м друг от друга. Водонапорная труба наружной сети имеет диаметр, определенный по формуле:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{1000 * Q_{mp}}{3,14 * v}}, \quad (5.8)$$

где, $v = 0,6$ м/с – скорость движения воды в трубах.

$$D = 2 * \sqrt{\frac{1000 * 10,35}{3,14 * 0,6}} = 148 \text{ мм.}$$

5.2.5 Потребность в электроэнергии

На площадке строительства электроэнергия расходуется на технологические процессы, освещение мест производства работ, временных зданий и сооружений, а также на силовые потребители.

Расход электроэнергии определяется по формуле:

$$P_p = \sum \frac{K_c * P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_c * P_m}{\cos \varphi} + \sum K_c * P_{OB} + \sum P_{OH}, \quad (5.9)$$

где $\cos \varphi$ – коэффициент мощности числа потребителей;

K_c – коэффициент спроса для групп потребителей;

P_c – мощность силовых потребителей, кВт;

P_m – мощность для технологических нужд, кВт;

P_{OB} – мощность устройств внутреннего освещения, кВт;

P_{OH} – мощность устройств наружного освещения, кВт.

Результаты расчета потребности в электроэнергии сведены в таблицу 5.7.

Таблица 5.7 – Калькуляция потребности в электроэнергии

№ п/п	Наимен. потреб.	Ед.изм.	Объем потреб.	Коэффициент		Удел. мощность, кВт	Расч. мощн, кВт
				Спроса K_c	Мощн, $\cos \varphi$		
1	Растворный узел	доля. ед.	1,0	0,5	0,65	4	3,07
2	Гусеничный кран	доля. ед.	1,0	0,6	0,4	70	105
3	Сварочный аппарат	доля. ед.	0,6	0,35	0,5	15,5	10,85
4	Вибраторы переносные	доля. ед.	0,6	0,4	0,45	0,6	0,53
5	Подъемники и др. механизмы	доля. ед.	0,4	0,2	0,5	3	1,2

Окончание таблицы 5.7

№ п/п	Наимен. потреб.	Ед.изм.	Объем потреб.	Коэффициент		Удел. мощность, кВт	Расч. мощн, кВт
				Спроса К _с	Мощн, cosφ		
6	Установки электропрогр. бетона	доля. ед.	1,0	0,6	0,85	185	130,6
7	Электрич. освещение внутреннее	доля. ед.	1,0	0,8	1,0	0,6	0,48
8	Электрич. освещение наружное	доля. ед.	1,0	1,0	1,0	2	2
9	Насосы, компрессоры	доля. ед.	1,0	0,6	0,7	18	15,43
						Итого:	275,16

Таким образом, принята инвентарная трансформаторная подстанция типа КТП-К-А-400/6-10 мощностью до 400 кВт, размером 4710х2050х3500 мм.

5.2.6 Потребность в освещении

Освещение строительной площадки осуществляется прожекторами. Их количество определяется по формуле:

$$N = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{л}}, \quad (5.10)$$

где p – удельная мощность, Вт/м²;

E – освещенность, лк;

S – величина площади подлежащей освещению, м²;

$P_{л}$ – мощность лампы прожектора, Вт.

Таблица 5.8 – Калькуляция потребности в прожекторах

№ п/п	Наименование потребителей	Объем потребления, м ²	Освещенность, лк	Кол-во прожекторов, шт
1	Территория строительства в районе производства работ	7072	2	10

Окончание таблицы 5.8

2	Места производства земляных и бетонных работ	4092	7	10
3	Главные проходы	100	3	3
4	Второстепенные проходы и проезды	1200	1	5
5	Охранное освещение	14725	0,5	19
6	Аварийное освещение	14725	0,2	4
Всего:				52

Для освещения строительной площадки приняты лампы накаливания с мощностью 600 Вт для прожекторов общего назначения ПЖ-220. Прожектора установлены на столбах высотой 6 м с заземлением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*;
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003;
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*;
4. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*;
5. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений;
6. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений;
7. ГОСТ 30403-96 Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности;
8. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*;
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов";
10. СП 31-112-2007 Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены;
11. СП 118.13330.2012* Общие здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009;
12. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
13. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия;
14. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85;
15. СТО АСЧМ 20-93 Прокат стальной сортовой фасонного профиля. Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия;
16. ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент;

					Лист
					92
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

17. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты;
18. ГОСТ 31360-2007. Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия;
19. ГОСТ 8717.1-84 Ступени железобетонные и бетонные. Конструкции и размеры;
20. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия;
21. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях;
22. ГОСТ 32396-2013 Устройства вводно-распределительные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия;
23. ГОСТ 30030-93 (МЭК 742-83) Трансформаторы разделительные и безопасные разделительные трансформаторы. Технические требования;
24. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия;
25. ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание;
26. ГОСТ 12.4.026-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные и знаки безопасности;
27. СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности;
28. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности;
29. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия;
30. ГОСТ 22689.2-89 Трубы полиэтиленовые канализационные и фасонные части к ним. Конструкция;
31. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85;
32. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003;

33. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003;
34. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности;
35. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования;
36. СП 2.3.6.1079-01 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья;
37. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001;
38. СанПиН 2.1.3.2630-10 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность;
39. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*;
40. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*;
41. ГОСТ 30245-2003. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия;
42. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения / Под ред. В.В.Катюшина. – М.: Стройиздат, 2005;
43. Рекомендации по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций / ЦНИИПСК им. Мельникова. – М.: Стройиздат, 1989;
44. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003;
45. Пособие к СНиП 2.09.03 -85 пособие по проектированию анкерных болтов для крепления строительных конструкций и оборудования;

					АС-444-08.03.01-2019-075-ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		94

46. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004;
47. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции;
48. ЕНиР. Общая часть / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 32с.;
49. О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования";
50. О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство";
51. Организация строительного производства: учебное пособие по курсовому проектированию / С.В. Никоноров. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 39 с.;
52. ГОСТ 23407-78 Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия.