

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:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Г.А. Пикус

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе бакалавра на тему:

### **Многофункциональный спортивный комплекс в г. Челябинск**

ЮУрГУ 08.03.01 «Строительство». АСИ-471. ПЗ ВКР

Консультант раздела Архитектура:

Руководитель: Доцент, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Оленьков В.Д.

\_\_\_\_\_ Киянец А.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Консультант Расчетно-конструктивного  
раздела:

Проверка по системе антиплагиат: \_\_\_\_\_%

\_\_\_\_\_ Мусихин В.А.

\_\_\_\_\_ Киянец А.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

Консультант Расчетно-конструктивного  
раздела:

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_ Елсуков Е.И.

\_\_\_\_\_ Киянец А.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Консультант раздела Технологии и  
Организации строительства:

Автор ВКР:

\_\_\_\_\_ Киянец А.В.

\_\_\_\_\_ Акимов А.Е.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

г. Челябинск - 2021

Акимов Анатолий Евгеньевич,  
 Многофункциональный спортивный  
 комплекс в г. Челябинск, пояснительная  
 записка. – Челябинск: ЮУрГУ, 2021, 96 стр.,  
 библиограф. – 37, табл. – 28, илл. – 35, прил. –  
 6 листов А1, 1 лист А0.

### Аннотация

Темой выпускной квалификационной работы является "Многофункциональный спортивный комплекс в г. Челябинск"

В данной работе разработаны следующие разделы: архитектурно-строительный, расчетно-конструктивный, технология и организация строительного производства. Основные конструкции, подлежащие разработке в данной работе: металлические колонны, монолитное железобетонное перекрытие по стальному профилированному настилу. Также были разработаны строительный генеральный и календарный план, технологическая карта на монтаж монолитной плиты перекрытия.

				<i>АС-471-08.03.01-2021-020-ПЗ</i>			
	<i>Фамилия</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав.каф.</i>	<i>Пикус</i>			<i>Многофункциональный спортивный комплекс в г. Челябинск</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н.контр.</i>	<i>Киянец</i>				<i>ВКР</i>	<i>2</i>	<i>96</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Киянец</i>				<i>ЮУрГУ</i>		
<i>Консульт.</i>	<i>Киянец</i>				<i>Кафедра СПТС</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Акимов</i>						

## Содержание

1. Введение.....	5
2. Архитектурный раздел.....	7
2.1. Генеральный план.....	7
2.2. Сведения об участке проектирования.....	9
2.3. Объемно-планировочные решения.....	10
2.4. Конструктивные решения.....	14
2.5. Противопожарные мероприятия.....	18
2.6. Инженерное оборудование.....	20
2.7. Теплотехнический расчет.....	21
2.8. Эскиз здания в перспективе.....	23
3. Расчётно-конструктивный раздел.....	24
3.1. Расчет горизонтальной конструкции.....	24
3.1.1. Расчет монолитного железобетонного перекрытия со стальным профилированным настилом.....	24
3.1.2. Расчет балки Б1.....	33
3.1.3. Расчет ригеля Р1.....	39
3.2. Расчет металлических конструкций.....	39
3.2.1. Расчет колонны К-1.....	39
3.2.2. Расчет колонны К-2.....	46
4. Раздел технологии и организации строительного производства .....	54
4.1. Технологическая карта на монтаж монолитного перекрытия по профилированному настилу.....	54
4.1.1. Область применения технологической карты.....	54
4.1.2. Технология и организация выполнения работ.....	55
4.1.3. Требования к качеству и приемке работ.....	66
4.1.4. Потребность в материально-технических ресурсах.....	68
4.1.5. Техничко-экономические показатели.....	68
4.2. Разработка календарного плана строительства.....	71

										Лист
										3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ					

4.2.1. Расчет основных объемов строительно-монтажных работ и трудоёмкостей на выполнение основных строительно- монтажных работ .....	71
4.2.2. Техничко-экономические показатели календарного плана.....	79
4.3. Разработка строительного генерального плана.....	79
4.3.1. Потребность в рабочих кадрах.....	81
4.3.2. Временные здания и сооружения .....	82
4.3.3. Складские помещения.....	82
4.3.4. Временное электроснабжение.....	84
4.3.5. Временный водопровод.....	86
4.3.6. Подбор крана.....	87
4.3.7. Определение опасных монтажных зон и зон влияния крана.....	90
4.3.8. Выбор механизмов и способов производства СМР.....	91
4.3.9. Техничко-экономические показатели строительного генерального плана.....	93
5. Библиографический список.....	94

## 1. Введение

Во время прохождения первой производственной практики в ОАО СК «Челябинскгражданстрой» при строительстве нового микрорайона в Парковом в окрестностях улиц Бейвеля и Клайна мной был сделан вывод о недостаточно развитой инфраструктуре. Из-за столь быстрого разрастания города Челябинска в 49 микрорайоне преобладают только бетонные многоэтажные здания, однако на данный момент там отсутствуют любые досуговые комплексы, что делает этот район в перспективе социально не благополучным и более склонным к росту числа преступлений. Это происходит из-за того, что в таких «бетонных джунглях» люди зачастую чувствуют себя более изолированными и потерянными, так как им негде отвлечься от напряженной рабочей рутины и получить необходимую порцию эндорфинов. В частности, в данном микрорайоне отсутствуют как существующие спортивные комплексы, так и строящиеся. Спорт является неотъемлемой частью жизни многих людей. Кроме того, занятия спортом не только полезны для здоровья, но и положительно влияют на эмоциональный фон человека. Также это поможет облагородить район и помочь людям полюбить их место проживания, ведь спорткомплекс поможет визуально разгрузить вид одинаковых многоэтажных домов, создаст нужный перепад высоты и сформирует зону отдыха вокруг себя, что улучшит физиологическую и психологическую реакцию жителей. Строительство спортивного комплекса не только поможет развить инфраструктуру такого густонаселенного, а к тому же спального района, но и поможет создать более благоприятную городскую среду для проживания, которая улучшит психологическое состояние жителей этого микрорайона.

Возведение нового спорткомплекса выгодно и в экономическом плане для поддержки и развития малого бизнеса после длительного карантина из-за распространения COVID-19. В связи со скорым окончанием карантина спрос на посещение залов, интерес к ведению здорового образа жизни резко

											Лист
											5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ						

возрастёт, что, в свою очередь, привлечёт обширную клиентуру и окупит себя в ближайшее время после открытия. Спортивный комплекс станет магнитом для людей, которые хотели бы провести свой досуг с пользой для себя.

Исходя из этого я предлагаю возвести на свободном от застройки участке многофункциональный спортивный комплекс.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## 2. Архитектурный раздел

### 2.1. Генеральный план

Генеральный план выполнен с учетом локальных природно-климатических условий, с учетом существующего рельефа местности, застройки и существующих проездов. Генплан вычерчен в масштабе 1:500 (Лист 1).

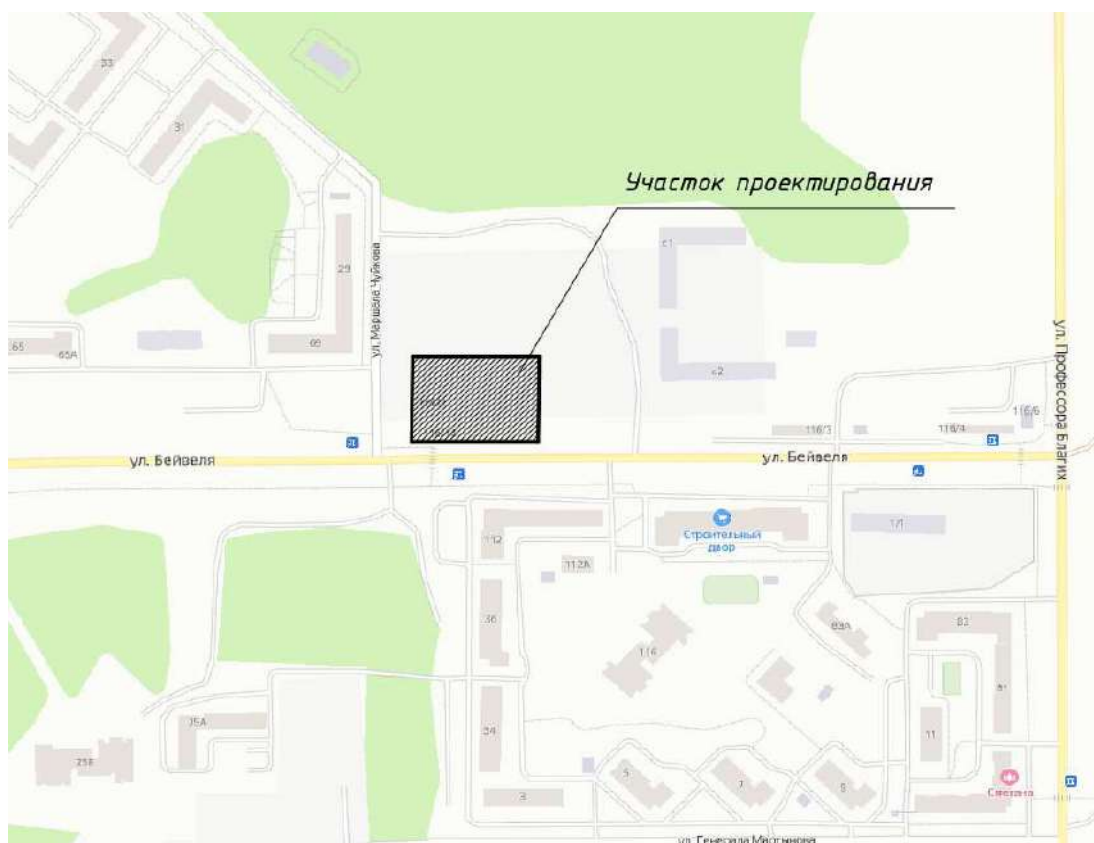


Рис. 2.1.1. Ситуационный план

Темой моей выпускной квалификационной работы является «Многофункциональный спортивный комплекс» в городе Челябинск, в Курчатовском районе на улице Бейвеля. Участок строительства свободен от застройки, граничит:

- с северной стороны – лес;
- с южной стороны – дорога (улица Бейвеля);
- с западной стороны – существующая жилая застройка;

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

- с восточной стороны – строящийся жилой комплекс.

Участок располагается на спокойном рельефе с максимальным перепадом высот 0,85 м. Площадь застроенной территории 5805,4 м<sup>2</sup>, из которых 2016,9 м<sup>2</sup> занимает возводимое здание, 681,0 м<sup>2</sup> зона озеленения газоном, посадки кустарников, деревьев, 1950,1 м<sup>2</sup> асфальтирование прилежащих к участку дорог для автомобилей и пешеходов, 1157,4 м<sup>2</sup> площадь покрытия плиткой.

Генплан учитывает ряд мероприятий по благоустройству территории застройки, прилегающей к объекту. Благоустройство образуется следующими факторами: обустройство многолетнего газона, высадка кустарников и деревьев, монтаж клумб, установка урн и скамеек, асфальтирование дорог на территории, создание зоны для парковки, покрытие плиткой территории перед комплексом. Ширина тротуаров назначается 1,5м, ширина дороги 3,5м, радиусы закругления приняты 5,0м.

С южной стороны располагается парадный вход для посетителей спортивного центра. Аварийные входы и выходы имеются с восточной и западной стороны.

Таблица 2.1.1. Техничко-экономические показатели по проекту

№	Показатель	Кол-во	Ед.изм.
1	Площадь участка	5805,40	м <sup>2</sup>
2	Площадь построек	2016,90	м <sup>2</sup>
3	Площадь асфальтируемого покрытия	1960,10	м <sup>2</sup>
4	Площадь озеленения	690,0	м <sup>2</sup>
5	Площадь покрытия плиткой	1157,4	м <sup>2</sup>



Проектом также предусматриваются и автомобильные стоянки, расчет которых проводится на основании прил. К СП 42.13330.2016. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

Таблица 2.1.2. Расчет стоянок для автомобилей

Наименование	Расчетная единица	Число машино-мест на расчетную единицу
Спортивные здания и сооружения с трибунами вместимостью более 500 зрителей	100 мест	3-5
Проектируемый спортивный комплекс	500 мест	15-25
Итого:		20

Исходя из расчетов, в проекте принимается гостевая автостоянка, рассчитанная на 20 машино-мест, которая примыкает с восточной стороны к проектируемому комплексу. Для маломобильных граждан предусматриваются специальные места для парковки, расположенные ближе к южной стороне, то есть ко входу в спортивный комплекс (9 машино-мест).

## 2.2. Сведения об участке проектирования

Данные об участке проектирования:

- климатический район строительства – I B;
- расчетная зимняя температура (средняя температура наиболее холодной пятидневки) – 32<sup>0</sup> С;

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

- зона влажности – сухая;
- нормативная снеговая нагрузка – 150 кгс/м<sup>2</sup>;
- нормативное значение ветрового давления – 30 кгс/м<sup>2</sup>;
- средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха менее + 8 °С,  $t_{н} = -6,6$  °С;
- средняя продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха менее + 8 °С,  $z = 212$  дней;
- степень огнестойкости здания – II;
- класс ответственности здания – II;

Роза ветров основана на данных о повторяемости направлений ветра (в процентах) и средней скорости ветра по направлениям (м/с) для города Челябинск в самый холодный и теплый месяцы, январь и июль соответственно.

Таблица 2.2.1. Повторяемость ветра по направлению

Месяц	Повторяемость ветра по направлению, %							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	7	3	2	7	20	38	10	13
Июль	20	12	7	5	7	12	12	25

### 2.3. Объемно-планировочные решения

Архитектурные и планировочные решения обязательно должны обеспечивать безопасную и комфортабельную эксплуатацию помещений здания и здания в целом.

Основой объемно-планировочных решений проектируемого комплекса являются экономичное и рациональное использование территории участка застройки, а также требования санитарно-гигиенические, противопожарные и технологические. Планировочное решение принято согласно функционального зонирования.

Здание бесподвальное, практически прямоугольной формы в плане. Ширина спортивного комплекса – 34,2 м, длина – 63,0 м. Двухэтажное в осях

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

А-Е, 1-8. Одноэтажное в осях Е-Ж , 1-8. Отметка верха +18.800 в осях 1-4, В-Е, отметка верха +7,000 в осях 1-8, Е-Ж, отметка верха +12,800 в остальном объеме. Высота этажа составляет 5,8 м.

Уровень чистого пола первого этажа с абсолютной отметкой +249,000 м принят за относительную отметку 0,000.

Центральный вход в комплекс расположен с юга. В административные помещения, спортивный зал и др. от вестибюля главного входа ведут коридоры. Междуетажная связь осуществляется по вертикальным коммуникациям - лестницам, а также посредством лифта.

При проектировании общественного здания для инвалидов и граждан других маломобильных групп населения были предусмотрены качественные условия жизнедеятельности, приравненные к остальным категориями населения.

Для обеспечения доступности маломобильных граждан проектом предусматриваются следующие решения:

- для доступа к центральному входу обустроен пандус с уклоном  $i=0,08$  шириной 2,15м

- пандус снабжен поручнями на уровне 90 см, по кромке пандуса предусмотрен бортик высотой 0,05 м.

- дверные и открытые проемы приняты с шириной 1050 мм, внутренние дверные проемы обустроены так, чтобы не было порогов, наружные дверные проемы парадного входа имеют порог 2 см

- ширина основных проходов равна 1800 мм и шире

- проектом предусмотрены распашные дверные блоки.

- основная наружная лестница оборудована разделительными поручнями по центру.

- для доступа на второй этаж возможно использование лифта.

На первом этаже расположены следующие помещения: кабинет охраны, административный кабинет, магазины спортивного питания и спортивного инвентаря, гардеробная, хозяйственное помещение, тренерская,

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

туалеты, инвентарные, медицинский и массажные кабинеты, танцевальный зал, кабинеты лечебной физической культуры (ЛФК), спортивный тренажерный зал, раздевалки для мужчин и женщин, душевые, кабинет директора, секретариат, архив, бухгалтерия, юридический отдел, отдел маркетинга, комната отдыха, отдел кадров, кабинеты административного назначения.

На втором этаже расположены: парикмахерская, косметологический кабинет, инвентарные, административные кабинеты, хозяйственные помещения, зал для групповых занятий, столовая, кухня, мочная, туалеты.

Таблица 2.3.1. Экспликация помещений второго этажа

Номер помещ- ния	Наименование	Площадь м2	Кат. пом.
1	2	3	4
1	Холл	307,4	
2	Холл	161,1	
3	Парикмахерская	21,4	
4	Косметологический кабинет	21,4	
5	Мочная	15,9	
6	Кухня	19,2	
7	Инвентарная	3,1	ВЗ
8	Административный кабинет	18,8	
9	Хоз.помещение	12,9	ВЗ
10	Инвентарная	19,2	ВЗ
11	Инвентарная	17,8	ВЗ
12	Административный кабинет	12,8	
13	Административный кабинет	22,0	
14	Зал для групповых занятий	100,4x2	
15	Столовая	142,3	
16	Административный кабинет	35,4	
17	Административный кабинет	20,0	
18	Санузел	2,8x3	
	Итого:	1367,3	

Таблица 2.3.2. Экспликация помещений первого этажа

Номер помещ-ния	Наименование	Площадь м2	Кат. пом.
1	2	3	4
1	Тамбур	11,67	
2	Холл	295,7	
3	Кабинет охраны	21,4	
4	Административный кабинет	21,4	
5	Магазин спортивного питания	22,9	
6	Магазин спортивного инвентаря	19,2	
7	Инвентарная	3,1	В3
8	Гардеробная	18,8	
9	Хоз.помещение	12,9	В3
10	Инвентарная	19,2	В3
11	Тренерская	17,8	
12	Медицинский кабинет	12,8	
13	Массажный кабинет	10,0	
14	Инвентарная	11,5	В4
15	Танцзал	142,3	
16	Кабинет ЛФК	17,3	
17	Кабинет ЛФК	17,6	
18	Кабинет ЛФК	20,0	
19	Холл	161,1	
20	Спортивный тренажерный зал	458,1	
21	Гардеробная	49,2x2	
22	Душевая и санузел	28,0x2	
23	Инвентарная	21,5x2	В3
24	Кабинет директора	29,3	
25	Коридор	127,1	
26	Секретариат	14,5	
27	Архив	10,5	
28	Бухгалтерия	17,8	
29	Юридический отдел	10,5	
30	Юридический отдел	12,4	В4
31	Отдел маркетинга	17,2	
32	Комната отдыха	12,4	
33	Отдел кадров	15,4	
34	Административный кабинет	14,8	
35	Административный кабинет	14,4	
36	Инвентарная	1,4x2	В4
37	Санузел	2,8x7	
	Итого:	1830,9	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ

Лист

13

## 2.4. Конструктивные решения

Здание двухэтажное, отметка верха +18.800м вдоль осей 1-4, В-Е, отметка верха +7,000м в осях 1-8, Е-Ж, отметка верха +12,800м в оставшемся объеме комплекса.

Здание проектируется с металлическим каркасом и самонесущими стенами из сэндвич-панелей вдоль осей А-Е и 1-8, бескаркасным с несущими продольными стенами в направлении осей 1-8, Е-Ж. Подвал отсутствует.

Пространственная устойчивость и жесткость комплекса обеспечивается работой элементов здания – колонн и балок перекрытия, образующих рамный каркас, и несущих стен с жесткими горизонтальными дисками перекрытия и покрытия, а также ядрами жесткости лестничных клеток и лифтовых шахт. Вертикальные связи по колоннам не устанавливаются, так как устойчивость обеспечивается конструкцией рамы. Температурные и деформационные швы отсутствуют.

Прочность здания обеспечивается прочностью материалов и конструкций, то есть способностью отдельных элементов и всего здания воспринимать прикладываемые нагрузки.

Основания и фундаменты. Во время прохождения преддипломной практики мне были предоставлены инженерно-геологические разрезы скважин соседнего участка строительства с моим, поэтому для расчетов принимаем эти данные (Рис.2., Рис3.).

При инженерных изысканиях были вскрыты следующие напластования инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

1. ИГЭ-1: насыпной грунт – суглинок с щебнем кирпича, мощностью 2,0м во всех скважинах.
2. ИГЭ-2: суглинок аллювиальный, серый, мощностью от 2,0м (скв.1, 4) до 8,0 м (скв.5).

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

3. ИГЭ-3: супесь темно-серая, аллювиальная, верхнечетвертичная, мощностью от 0,0 м (скв.5), до 10,0 м (скв.1).
4. ИГЭ-4: суглинок сильнозоторфованный, аллювиальный, верхнечетвертичный, мощностью от 6,0 м (скв.1, 4) до 9,0 м (скв.5).
5. ИГЭ-5: суглинок коричневый, флювиогляциальный, верхнечетвертичный, с включениями гравия и гальки, вскрытой мощностью от 2,0 м (скв.1) до 5,0 м (скв.3)

Уровень грунтовых вод находится на глубине 3 м, считая от отметки устья скважины.

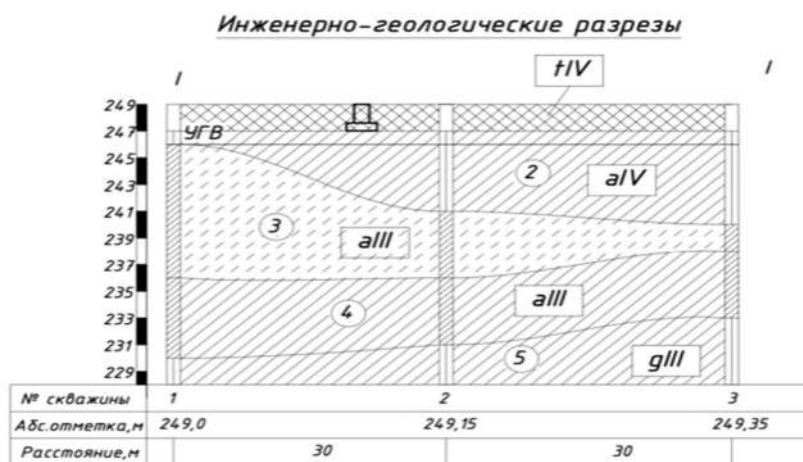


Рис. 2.4.1. Инженерно-геологические разрезы 1-3

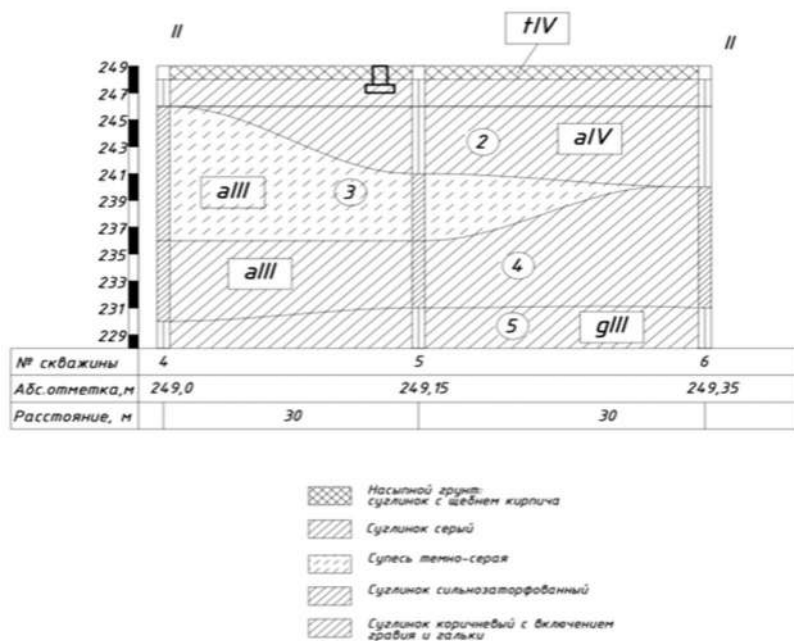


Рис. 2.4.2. Инженерно-геологические разрезы 4-6

Таблица 2.4.1. Расчетные хар-ки физико-механических свойств ИГЭ

ИГЭ	Грунт	По деформациям			По несущей способности			Модуль деформации E, МПа	Плотность твердых частиц P <sub>s</sub> , г/см <sup>3</sup>	Влажность, д.е.			Коэффициент фильтрации K <sub>ф</sub> , м/сут
		Плотность ρ <sub>л</sub> , г/см <sup>3</sup>	Сопротивление сдвигу		Плотность ρ <sub>1</sub> , г/см <sup>3</sup>	Сопротивление сдвигу				Природная влажность W,	На границе текучести W <sub>L</sub>	На границе раскатывания W <sub>p</sub>	
			Угол внутреннего трения φ <sub>л</sub>	Удельное сцепление c <sub>л</sub> , кПа		Угол внутреннего трения φ <sub>1</sub>	Удельное сцепление c <sub>1</sub> , кПа						
ИГЭ-1	Насыпной грунт. Не нормируется												
ИГЭ-2	Суглинок	1,98	18	28	1,98	16	19	14	2,68	0,22	0,31	0,15	0,05
ИГЭ-3	Супесь	1,93	31	17	1,93	27	11	16	2,64	0,3	0,33	0,28	0,3
ИГЭ-4	Суглинок	2,03	11	13	2,03	10	9	5	2,71	0,23	0,28	0,15	0,06
ИГЭ-5	Суглинок	2,13	18	23	2,13	16	15	14	2,71	0,16	0,23	0,13	0,001

Под металлические колонны проектируются столбчатые монолитные фундаменты, под несущие наружные стены предусматриваются ленточные сборные фундаменты, самонесущие стены из сэндвич-панелей не нуждаются в фундаменте.

Фасады облицовываются огнестойкими сэндвич-панелями марки Trimoterm поверх металлического каркаса и имеют толщину 200мм.

Наружные стены комплекса в осях Е-Ж и 1-8 имеют толщину 550 мм и выполняются из керамического пустотного кирпича ГОСТ 530 (ρ=1100 кг/м<sup>3</sup>) в два кирпича (толщина 510 мм) на цементно-песчаном растворе с минераловатным утеплителем ЭКОВЕР ЛАЙТ УНИВЕРСАЛ (толщина 30 мм) и слоем известково-песчаного раствора 10 мм. Металлические колонны каркаса сделаны из стали С245

Внутренние перегородки выполняются из гипсокартонного листа 100мм и глиняного кирпича марки М150 на цементно-песчаном растворе М50, толщиной 120мм.



Перекрытие в проектируемом комплексе выбрано монолитное железобетонное с профилированным настилом. Толщина плиты (приведенная) 109,5мм, главная балка 40Ш2, второстепенные балки уложены с шагом 2000мм и имеют сечение 35Б2. Армируется сетками и продольной арматурой ф12 А400 и ф5Вр-500, уложенной в гофры металлического профилированного листа настила Н-75-750-0,8.

Кровля малоуклонная по всей площади, кровельная мембрана ПВХ ISOBOX V-RP принимается в осях 1-8 и А-Е в качестве кровельного материала, в осях Е-Ж и 1-8 в качестве материала кровли применяется Унифлекс. Также на крыше организован внутренний водосток по водосточным воронкам и трубам.

Отделка помещений и покрытия полов проектируются в соответствии с санитарно-гигиеническими и противопожарными требованиями. Все применяемые материалы сертифицированы. Отделка стен и пола помещений с «мокрыми» зонами (санузлы, душевые, кухня) проектируется с облицовкой керамической плиткой. Отделка стен административных помещений, коридоров, лестничных клеток осуществляется высококачественной штукатуркой с последующей окраской акриловой краской, полы отделываются керамогранитом, коммерческим линолеумом в административных помещениях; потолки обустраиваются потолочной панелью Armstrong, колонны и стены отделываются гипсокартоном и окрашиваются.

Лестницы предусматриваются единого типа и выкладываются по периметру кирпичными стенами. Лестничные марши выполняются из сборных железобетонных ступенек по косоурам из металла. Лестничные площадки бетонные монолитные по металлическому настилу, опертому на металлические балки, оштукатуренные поверх металлических сеток 30-ти миллиметровым слоем цементно-песчаного раствора и обшитые гипсоволокнистыми листами.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.5. Противопожарные мероприятия

При проектировании подобраны негорючие минеральные утеплители и огнестойкие строительные материалы.

Здание обеспечено запасными выходами с западной и восточной стороны, а также 3 лестницами для ускорения процесса эвакуации в случае пожара. Безопасная эвакуация людей обеспечивается эвакуационными путями помещения через запасные выходы из здания. Все двери на эвакуационных путях направлены в сторону выхода из здания. На каждом этаже развешаны схемы эвакуации людей из здания и огнетушители.

1. Уровень ответственности – нормальный;
2. Класс функциональной пожарной опасности спорткомплекса – ФЗ.6;
3. Степень огнестойкости здания – III;
4. Степень эксплуатационной пригодности – III;
5. Степень огнестойкости конструкций спорткомплекса – С1;
6. Класс пожарной огнестойкости конструкций – К1.

В проектируемом спортивном комплексе предусматривается система автоматической пожарной сигнализации, выполненная с применением пожарного прибора «Гранд Магистр-16».

В помещениях, подлежащих оборудованию средствами пожарной сигнализации, устанавливаются дымовые пожарные извещатели типа ИП 212-45 «Марко», на выходах и лестничных клетках устанавливаются ручные пожарные извещатели типа ИПР-К(ск). Электропитание прибора «Гранд Магистр-16» выполняется от сети 220В – рабочее питание, резервное питание – от встроенного аккумулятора. Питание «БВУ Атлас-20» выполняется от прибора «Гранд Магистр-16». Для обеспечения требуемого по нормам времени работы систем автоматической пожарной сигнализации и оповещения о пожаре при отключении основного питания предусматривается установка к прибору «Гранд Магистр-16» дополнительного резервного источника питания РИП 12 емкостью 17А/ч.

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ					

Согласно требований НПБ 104-03 в здании предусматривается автоматическое звуковое и световое оповещения людей о пожаре, соответствующее СОУЭ 2-го типа.

Оповещение предусматривается при помощи оповещателей звуковых ПКИ-1.

У эвакуационных выходов устанавливаются световые извещатели «Молния-12». Питание оповещателей выполняется от прибора «Гранд Магистр-16».

Проектируемое здание оборудуется системой охранной сигнализации. В качестве приемно-контрольного прибора применяется «Гранд Магистр-24».

В соответствии с НПБ 88-2001 (п.12.48) помещение, в котором установлен прибор пожарной сигнализации «Гранд Магистр-24» оборудуется охранной сигнализацией (блокировка двери на открывание извещателями магнитноконтактными ИО102-5 (СМК-1); блокировка окна на разбитие извещателем «Стекло-3»). Шлейф охранной сигнализации подключается к прибору «Гранд Магистр-24».

Предусматривается 2 рубежа охранной сигнализации:

1 рубеж – охрана здания по периметру;

2 рубеж – охрана служебных помещений (касса, помещение хранения договоров).

Окна 1-го этажа периметра здания блокируются на открывание извещателями магнитноконтактными ИО102-5 (СМК-1), на разбитие – извещателями охранными поверхностными звуковыми «Стекло-3».

Двери блокируются на открывание извещателями магнитноконтактными ИО102-5 (СМК-1), на взлом – извещателями охранными комбинированными «Сокол-2».

В качестве 2-го рубежа охраны используются извещатели охранные объемные оптоэлектронные.

Заземление электрооборудования выполняется путем присоединения к нулевому защитному проводнику.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

## 2.6. Инженерное оборудование

Водоснабжение здания предусматривается от существующей водопроводной сети  $\varnothing 100\text{мм}$ . Сеть водопровода прокладывается из полиэтиленовых труб ПЭ80 SDR PN $\varnothing 10$   $\varnothing 63 \times 4,7\text{мм}$  «питьевая». Для учета расхода воды на вводе водопровода в здании установлен водомерный узел с обводной линией и счетчиком СКВ-3/15. Сеть водопровода  $\varnothing 50\text{мм}$  прокладывается из оцинкованных стальных водо- и газопроводных труб по ГОСТ 3262-75\*, подводы к санитарным приборам из полипропиленовых труб  $\varnothing 32-20\text{мм}$ .

Канализация. Отведение сточных вод от здания предусматривается самотеком одним выпуском  $\varnothing 100\text{мм}$  в проектируемую наружную сеть канализации с подключением в существующий канализационный колодец.

Сеть канализации прокладывается из асбестоцементных безнапорных труб  $\varnothing 150\text{мм}$  по ГОСТ 1839-80.

Сеть канализации прокладывается:

- стояки и сети подвальной части здания из труб ТЧК  $\varnothing 50-100\text{мм}$  по ГОСТ 6942-2-89;

- подводы к санитарным приборам из полиэтиленовых канализационных труб  $\varnothing 110-50\text{мм}$  по ГОСТ 22689.0-89 – ГОСТ 22689.2-89.

Отвод дождевых и талых вод с кровли здания осуществляется наружным водоотводом со сбросом в бетонные лотки и далее на рельеф местности.

Теплоснабжение здания запроектировано от тепловых сетей городской котельной. Параметры теплоносителя в тепловой сети – вода T1-95°C, T2-70°C.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Разводка системы отопления нижняя, магистральные подающий и обратный трубопроводы прокладываются над полом и в штрабах в полу первого этажа. В качестве отопительных приборов запроектированы чугунные секционные радиаторы «МС-140».

Все помещения проектируемого здания оборудованы системами приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением.

Электроснабжение здания предусматривается по двум кабельным вводам от существующих наружных сетей напряжением 380/220 В.

## 2.7. Теплотехнический расчет

Исходные данные:

1. Район строительства – город Челябинск;
2. Назначение здания – общественное;
3. Вид рассчитываемой ограждающей конструкции – наружные стены
4. Средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$
5. Относительная влажность воздуха:  $\varphi_{в}=55\%$

На основании перечисленных нормативных документов производится расчет:

- СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий;
- СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий;
- СП 131.13330.2018 Строительная климатология.

По таблице 1 СП 50.13330.2012 – влажностный режим помещения нормальный.

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче  $R_{о\text{тp}}$ :

$$R_{о\text{тp}}=a\cdot\text{ГСОП}+b$$

$A=0,0003$  и  $b=1,2$  – коэф., принимаемые по Таблице 3 СП 50.13330.2012.

Расчет градусо-суток отопительного периода (ГСОП,  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ ):

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

$$ГСОП=(t_{в}-t_{от})z_{от}=(20-(-6.6))212=5639.2 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

$t_{в}=20^{\circ}\text{C}$  – средняя температура внутреннего воздуха;

$t_{ов}=-6.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  – средняя температура наружного воздуха;

$z_{от}=212 \text{ сут.}$  – продолжительность отопительного периода

По таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем требуемое сопротивление теплопередачи  $R_{о\text{т}p}$  ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ).

$$R_{о\text{т}p}^{\text{норм}}=0.0003\cdot 5639.2+1.2=2.89 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Выполнен расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания, поэтому сопротивление теплопередаче допускается принять ниже на коэффициент  $m_p$

$$R_{о\text{т}p}^{\text{норм}}=R_{о\text{т}p} 0.63=1.82 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Челябинск находится в сухой зоне, а влажностный режим здания принимается нормальный, поэтому теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций принимаются для условий эксплуатации А.

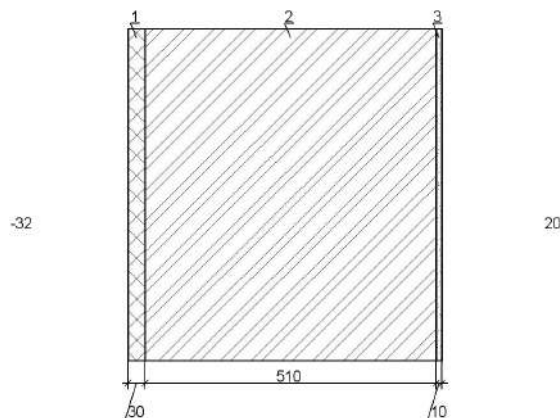


Рис.2.7.1. Схема конструкции ограждающей конструкции

1. ЭКОВЕР ЛАЙТ УНИВЕРСАЛ  $\delta_1=0.05\text{м}$ ,  $\lambda_{A1}=0.041\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ ;

2. Кладка из пустотного керамического кирпича по ГОСТ 530 ( $\rho=1100\text{кг}/\text{м.куб}$ )  $\delta_2=0.51\text{м}$ ,  $\lambda_{A2}=0.47\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ ;

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

3. Известково-песчаный раствор  $\delta_3=0.01\text{м}$ ,  $\lambda_{\text{А3}}=0.7\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ .

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{усл}}$ :

$$R_0^{\text{усл}}=1/\alpha_{\text{int}}+\delta_n/\lambda_n+1/\alpha_{\text{ext}}$$

$\alpha_{\text{int}}=8.7\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$  – коэф. теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций;

$\alpha_{\text{ext}}=23\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$  – коэф. теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции.

$$R_0^{\text{усл}}=1/8.7+0.03/0.041+0.51/0.47+0.01/0.7+1/23=1.99\text{м}^2\text{C}/\text{Вт}$$

Определяем приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$

$$R_0^{\text{пр}}=R_0^{\text{усл}} \cdot r$$

$r=0.92$  – коэффициент однородности ограждающей конструкции

$$R_0^{\text{пр}}=1.99 \cdot 0.92=1.83\text{м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

Вывод: значение приведённого сопротивления теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$  выше требуемого  $R_0^{\text{норм}}$ , значит подобранный состав ограждающей конструкции соответствует требованиям по теплопередаче.

## 2.8. Эскиз здания в перспективе

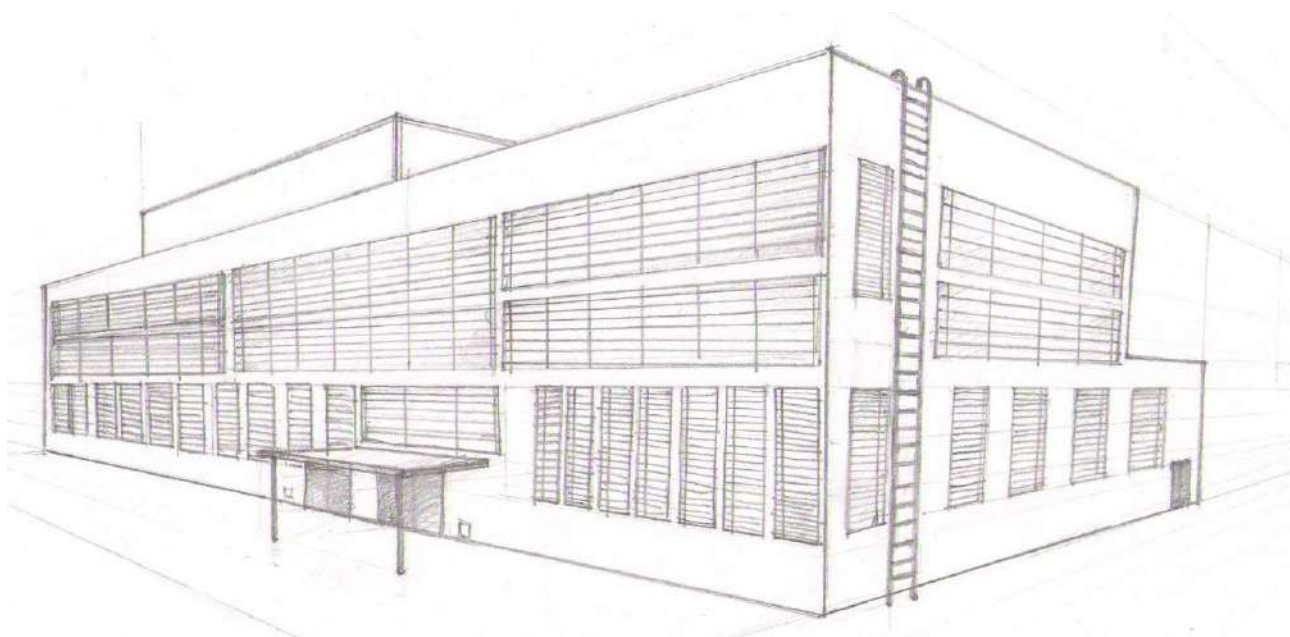


Рис.2.8.1. Эскиз здания в перспективе

						АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			23

### 3. Расчётно-конструктивный раздел

#### 3.1. Расчет горизонтальной конструкции

##### 3.1.1. Расчет монолитного железобетонного перекрытия со стальным профилированным настилом

###### Расчет профилированного листа настила в стадии возведения

В качестве арматуры и несъемной опалубки используем стальной профилированный настил марки *H75-750-0,8*.

Профнастил ориентирован широкими полками гофров вниз, чтобы получить максимально приведенную толщину перекрытия. Профнастил опирается на стальные балки, установленные с шагом 1,8м, которые в свою очередь опираются на ригель, уложенный на колонны. Настил представляет собой неразрезную конструкцию с тремя пролетами. Для обеспечения требуемой огнестойкости на профнастил укладывается слой бетона приведенной толщиной  $h_b$ :

$$h_b = [(b + b')h_n] / (2s_n)$$

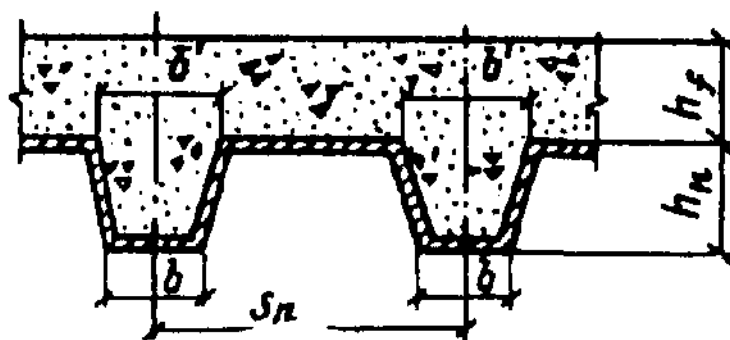


Рис.3.1.1.1. Сечение перекрытия

$$h_b = [(52 + 95,5) \cdot 75] / (2 \cdot 187,5) = 130 \text{ мм}$$

Нагрузки, действующие на  $\text{м}^2$  профнастила представлены в таблице 3.1

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



## Сбор нагрузок

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )	$\gamma_f$	Расчетное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )
1.	Вес профнастила	11,2 (0,10983)	1,1	12,32 (0,12081)
2.	Вес свежесушеного бетона	250 (2,45166)	1,2	270 (2,94199)
3.	Монтажная нагрузка при подаче бетона бетоновозами	50 (0,49033)	1,3	65 (0,63743)
	<b>ИТОГО:</b>	<b>311,2 (3,05182)</b>		<b>347,32 (3,70023)</b>

Для расчета принимаем условную полосу шириной 1м. В этом случае погонная нагрузка будет равна:

$$q = q_m \cdot b = 3,70023 \text{ кН/м}^2$$

расчетная схема в стадии возведения:

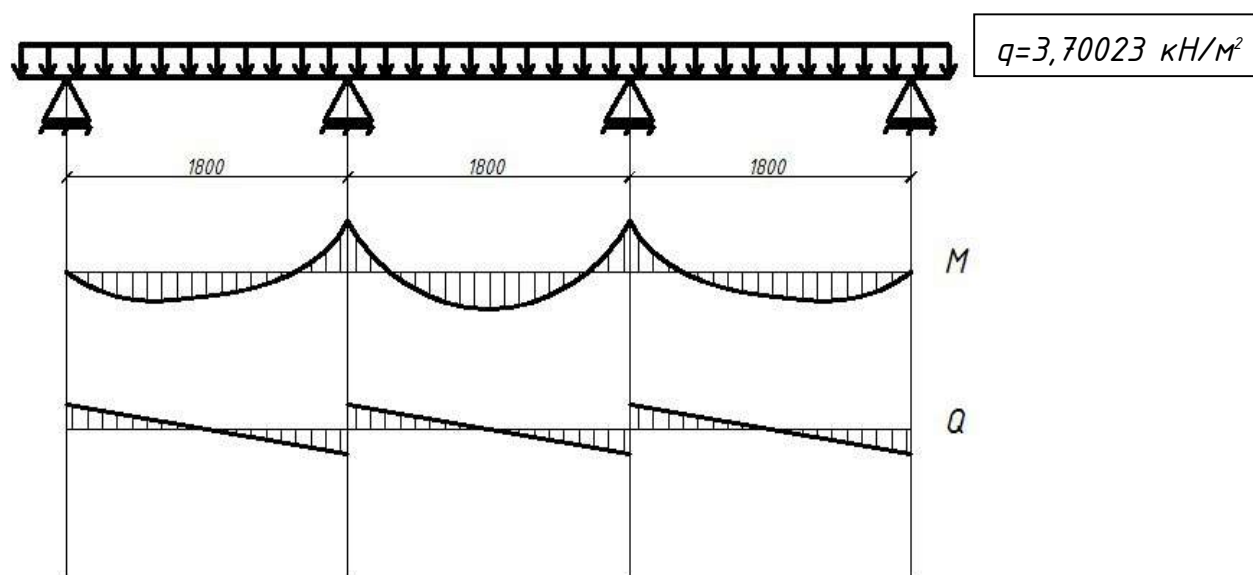


Рис.3.1.1.2. Расчетная схема

Максимальное значение изгибающего момента в профнастиле от действующей нагрузки:

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{10} = \frac{3,70023 \cdot 1,8^2}{10} = 1,0 \text{ кН/м}^2$$

Максимальное значение поперечной силы:

$$Q_{max} = 0,6ql = 0,6 * 3,7 * 1,8 = 3,996 \text{ кН/м}^2$$

Геометрические характеристики профнастила:

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ				

Моменты сопротивления:

$W_{x1}=25,8 \text{ см}^3$  – для узких гофр;

$W_{x2}=32,2 \text{ см}^3$  – для широких гофр.

Момент инерции профнастила  $J_x=114,9 \text{ см}^4$ .

Проверим прочность настила в пролете по изгибающему моменту:

- для узких сжатых гофр

$$\sigma_1 = \frac{M_{max}}{W_{x1}} = \frac{1,0 \cdot 100}{25,8} = 3,876 \text{ кН/см}^2 \leq R_{sc} = 21,57 \text{ кН/см}^2$$

- для широких растянутых гофр

$$\sigma_2 = \frac{M_{max}}{W_{x2}} = \frac{1,0 \cdot 100}{32,2} = 3,11 \text{ кН/см}^2 \leq R_{sc} = 21,57 \text{ кН/см}^2$$

Результаты расчета показали, что прочность стального профнастила по моменту в стадии возведения обеспечена с многократным запасом.

Проверим прочность профилированного листа настила на опорах по поперечной силе. На ширине один метр поперечная сила воспринимается десятью стенками стального профнастила. Суммарная толщина стенок  $\sum t = 0,08 \cdot 10 = 0,8 \text{ см}$ . Высота стенок  $h = 7,5 \text{ см}$ . Расчетное сопротивление профнастила срезу  $R_{s,cp} = 12,75 \text{ кН/см}^2$ . Напряжения в стенках профнастила от действия поперечной силы:

$$\sigma_{s,cp} = \frac{Q_{max}}{\sum t \cdot h_n} = \frac{3,996 \cdot 100}{0,8 \cdot 75} = 6,67 \text{ кН/см}^2 \leq R_{s,cp} = 12,75 \text{ кН/см}^2.$$

Сечение стального профнастила в стадии возведения обладает достаточной прочностью на срез.

Проверим жесткость стального профнастила в стадии возведения. Для этого вычислим величину наибольшего прогиба:

$$f = \frac{k(q^H \cdot l^4)}{E_s \cdot J_x} = \frac{0,0088(3,11 \cdot 180^4)}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 114,9} = 0,119 \text{ см} \leq \frac{570}{200} = 2,85 \text{ см}.$$

Жесткость стального настила в стадии возведения обеспечена.

**Вывод:** примененный для устройства перекрытия профнастил *H75-750-0,8* обладает необходимой прочностью и жесткостью в стадии возведения.

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

Специальных мероприятий по технике безопасности при производстве работ выполнять не требуется.

### Расчет профнастила в стадии эксплуатации

В стадии эксплуатации расчет профнастила заключается в проверке прочности нормальных сечений, наклонных сечений и проверке анкеровки бетона и настила.

Выполним расчет прочности нормальных сечений.

Собираем нагрузки на 1 м<sup>2</sup> перекрытия.

Таблица 3.1.1.2.

#### Сбор нагрузок

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )	$\gamma_f$	Расчетное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )
<b>1. Постоянная нагрузка</b>				
1.	Плитка керамогранитная $\delta=30\text{мм}$ , $\gamma=2400\text{кг/м}^3$	72,0 (0,70608)	1,1	79,2 (0,77669)
2.	Стяжка цементно-песчаного раствора $\delta=30\text{мм}$ , $\gamma=1800\text{кг/м}^3$	54,0 (0,52956)	1,3	70,2 (0,68843)
3.	Слой (2) гидроизоляции на битумной мастике с толщиной $\delta=6\text{мм}$ , $\gamma=500\text{кг/м}^3$	3,0 (0,02942)	1,2	3,6 (0,03530)
4.	Стяжка из цементно-песчаного раствора $\delta=30\text{мм}$ , $\gamma=1800\text{кг/м}^3$	54,0 (0,52956)	1,3	70,2 (0,68843)
5.	Вес перегородок из стекла $\delta=50\text{ мм}$ , $\gamma=2200\text{кг/м}^3$	110,0 (1,07873)	1,2	132,0 (1,29448)
6.	Собственный вес плиты $\delta_{\text{прив.}}=130\text{мм}$ , $\gamma=2500\text{кг/м}^3$	325,0 (3,18716)	1,1	357,5 (3,50588)
7.	Вес профнастила	11,2 (0,10983)	1,1	12,32 (0,12082)
	<b>ИТОГО:</b>	<b>629,2 (6,17034)</b>		<b>725,02 (7,11002)</b>
<b>2. Временная нагрузка</b>				
8.	Полезная нагрузка по СП 20.13330.2012, таблица 8.3 п.4	400,0 (3,92266)	1,2	480,0 (4,70719)
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>1029,2 (10,09300)</b>		<b>1205,02 (11,81721)</b>

Армирование перекрытия с учетом наличия рифов является внешним.  
Для расчета прочности нормальных сечений в расчет введем 1 гофр.

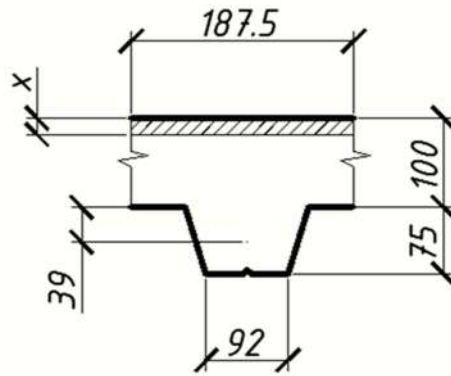


Рис. 3.1.1.3. Расчетное сечение плиты перекрытия

Площадь сечения одного гофра:  $A_{s,r}=2,48 \text{ см}^2$ . Коэффициент условия работы  $\gamma_{s6}=0,8$ . Расчетное сопротивление профнастила:  $R_{s,н}=21,57 \text{ кН/см}^2$ . Поверх настила уложен бетон В20 с расчетными характеристиками:  $R_b=11,5 \text{ МПа}$ ,  $R_{bt}=0,90 \text{ МПа}$ . Коэффициент условия работы бетона  $\gamma_{b2}=0,9$ . Центр тяжести профнастила находится на расстоянии 39мм от верхних гофр. Усилие в гофре от действия внешней нагрузки:

$$M_{max} = \frac{ql^2 \cdot b'_f}{10} = \frac{11,82 \cdot 1,8^2 \cdot 0,1875}{10} = 0,718 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Рабочая высота сечения при внешнем армировании:

$$h_0 = h_f + y_H = 10,0 + 3,9 = 13,9 \text{ см.}$$

Значение граничной высоты сжатой зоны бетона, относительной:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,758}{1 + \frac{2200}{5000} \left(1 - \frac{0,758}{1,1}\right)} = 0,666$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 11,5 = 0,758$$

$$\sigma_{sc,u} = 5000 \text{ МПа.}$$

Предельное значение высоты сжатого бетона:

$$x_R = \xi_R \cdot h_0 = 0,666 \cdot 13,9 = 9,25 \text{ см.}$$

Высота сжатого бетона в плите, фактическая:

$$x = \frac{\gamma_s \cdot R_{s,н} \cdot A_{s,r}}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b'_f} = \frac{0,8 \cdot 21,57 \cdot 2,48 \cdot 10}{0,9 \cdot 11,5 \cdot 18,75} = 2,25 \text{ см} < 6,9 \text{ см}$$

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ				

Нейтральная ось проходит в полке плиты. Прочность сечения рассчитываем при ширине  $b'_f$ .

Изгибающий момент, воспринимаемый сечением одного гофра:

$$M_{\text{сеч}} = R_b \gamma_{b2} x b'_f \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) = 11,5 \cdot 10 \cdot 0,9 \cdot 2,25 \cdot 18,75 (13,9 - 2,25/2) \cdot 0,01 \cdot 0,0098 = 5,47 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Следовательно, момент, воспринимаемый сечением, в несколько раз больше момента, возникающего от действия нагрузок ( $5,47015 \text{ кН}\cdot\text{м} \geq 0,88652 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ).

Таким образом, прочность нормальных сечений обеспечивается с многократным запасом.

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации ж/б плиты со стальным профнастилом необходимо произвести либо защиту профнастила снизу 2-мя листами гипсокартона марки ГВЛ  $\delta=12,5\text{мм}$ , либо обеспечить прочность нормальных сечений путем установки в нижние гофры стальной арматуры.

Для обеспечения огнестойкости перекрытия из работы выключаем стальной профнастил, полагая, что изгибающий момент будет восприниматься арматурой, установленной в сечение.

Подбор требуемого диаметра арматурного стержня проведем с помощью коэффициентов:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} b'_f h_0^2} = \frac{73,2 \cdot 100}{115 \cdot 0,9 \cdot 18,75 \cdot 13,9^2} = 0,035$$

Высота сжатой зоны бетона, относительная:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,035} = 0,036.$$

Коэффициент плеча внутренней пары сил:

$$\eta = 1 - 0,5\xi = 1 - 0,5 \cdot 0,036 = 0,982.$$

Требуемое количество арматуры в сечении:

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta h_0} = \frac{73,2 \cdot 100}{3650 \cdot 0,982 \cdot 13,9} = 0,149 \text{ см}^2$$

Принимаем арматурные стержни  $\varnothing 12$  мм А400 с  $A_s = 1,131 \text{ см}^2$ .

**Вывод:** прочность нормальных сечений обеспечена с учетом неблагоприятных условий эксплуатации и требованиями пожарных норм.

### Расчет прочности наклонных сечений

В соответствии с расчетной схемой поперечная сила в местах опирания плиты составит:

$$Q = \frac{q l b'_s}{2} = \frac{11,82 \cdot 1,8 \cdot 0,1875}{2} = 1,995 \text{ кН}$$

Проверим достаточность размеров сечения плиты на действие поперечной силы:

$$Q_{\text{сеч}} = \frac{0,3 R_b \gamma_{b2} (b + b'_f) h_0}{2} = \frac{0,3 \cdot 11,5 \cdot 0,9 \cdot (9,2 + 18,75) \cdot 13,9}{2} \cdot 0,0098 = 5,91 \text{ кН.}$$

Размеры сечения плиты достаточны для восприятия поперечной силы.

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном:

$$Q_b = \varphi_{b3} R_{bt} \gamma_{b2} 0,5 b'_f h_0^2 / 2 h_0 = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 18,75 \cdot 13,9^2 / (2 \cdot 10,4) \\ = 564,3 \text{ кгс} = 5,53 \text{ кН}$$

Необходимо выполнение следующих условий:

$$Q \leq 0,17 R_n h_n 2t + Q_b,$$

где  $0,17 R_n h_n 2t$  - поперечное усилие, которое воспринимается стенками настила в одном гофре;

$$Q \leq 0,3 \varphi_{w1} \varphi_{b1} R_b (b + b'/2) h_0$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \alpha \mu_w; \varphi_{b1} = 1 - \beta R_b$$

$$1,995 \text{ кН} < 0,17 \cdot 21,57 \cdot 175 \cdot 2 \cdot 0,08 / 100 + 5,53 = 6,56 \text{ кН} - \text{условие выполняется.}$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot 7,64 \cdot 0,01 = 1,38$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot 11,5 = 0,885$$

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$1,995 \text{ кН} < 0,3 \cdot 1,38 \cdot 0,885 \cdot 11,5(9,2+18,75/2) \cdot 13,9 \cdot 0,0098 = 7,68 \text{ кН}$  – условие выполняется.

Так как все условия выполняются, следовательно, поперечная арматура принимается конструктивно.

Диаметр поперечных стержней устанавливается в соответствие с условием свариваемости поперечных стержней с продольной арматурой:

$$d_{sw} = (1/4 \dots 1/3)d_s = 12/3 = 4\text{мм. Принимаем } 6\text{мм A240 } a_{sw} = 0,283\text{см}^2.$$

Принимаем шаг 300мм.

### Анкеровка профнастила в бетоне плиты

Совместная работа монолитной плиты и стальных балок перекрытия с включением листов профнастила в работу плиты в роли рабочей арматуры обеспечивается установкой анкерных упоров X-HVB 140 «Hilti», располагаемых в два ряда перпендикулярно оси балки в каждом гофре на крайних опорах и через гофр на промежуточных. Анкерные упоры необходимо крепить к балкам перекрытия через лист настила двумя гвоздями – X-ENP-21 с помощью поршневого монтажного пистолета

### Расчет плиты по деформациям

Расчет проводим на действие нормативных нагрузок с использованием геометрических характеристик приведенного сечения. Как и при расчете прочности рассматриваем сечение одного гофра.

Расчетный пролет равен шагу балок и равен 1,8м. Величина изгибающего момента в пролете настила:

$$M_{\text{пролет}} = \frac{ql^2 \cdot b'_f}{10} = \frac{11,8 \cdot 1,8^2 \cdot 0,1875}{10} = 0,717 \text{ кНм}$$

Момент инерции одного гофра настила:

$$J_{x,r} = 114,9 \cdot 0,1875 = 21,54 \text{ см}^4.$$

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Модуль деформации настила:  $E_s=2,1 \cdot 10^6$  кгс/см<sup>2</sup> ( $0,021 \cdot 10^6$  кН/см<sup>2</sup>),  
 $E_b=2,75 \cdot 10^5$  кгс/см<sup>2</sup> ( $0,0275 \cdot 10^5$  кН/см<sup>2</sup>).

$$\text{Коэффициент приведения: } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2,1 \cdot 10^6}{2,75 \cdot 10^5} = 7,64$$

Геометрические характеристики приведенного сечения:

- площадь  $A_{\text{red}} = \alpha \cdot A_{s,r} = 7,64 \cdot 2,48 = 18,95$  см<sup>2</sup>

- статический момент бетона  $S_{\text{red}} = A_{\text{red}}(y_H + h_f) = 18,95(13,9) = 263,4$  см<sup>3</sup>

- положение центра тяжести приведенного сечения:

$$X = -\frac{A_{\text{red}}}{b_f} + \sqrt{\left(\frac{A_{\text{red}}}{b_f}\right)^2 + \frac{2S_{\text{red}}}{b_f}} = -\frac{18,95}{18,75} + \sqrt{\left(\frac{18,95}{18,75}\right)^2 + \frac{2 \cdot 263,4}{18,75}} =$$

$$= 3,69 \text{ см}$$

- момент инерции  $J_{\text{red}} = b_f X^3 / 12 + \alpha A_{s,r} (y_H + h_f - X)^2 = 18,75 \cdot 3,69^3 / 12 +$   
 $7,64 \cdot 2,48 (13,9 - 3,69)^2 = 931,61$  см<sup>4</sup>

Для определения прогиба необходимо определить кривизны при изгибе плиты. Кривизна оси плиты от действия нормативной нагрузки составит:

$$\frac{1}{r} = \frac{2M_n}{J_{\text{red}} E_b \varphi_1} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 0,717}{931,61 \cdot 2696,83 \cdot 0,85} = 7,09 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{см}}$$

Прогиб плиты от действия вертикальной нагрузки:

$$f = \frac{5}{48} l^2 \left(\frac{1}{r}\right) = \frac{5}{48} \cdot 200^2 (7,09 \cdot 10^{-5}) = 0,295 \text{ см}$$

Плита получает дополнительный прогиб от сдвига настила относительно бетона за счет недостаточного сечения. Для определения прогиба от сдвига находим коэффициент жесткости настила:

$$\varepsilon_A = 0,15 A_{s,\text{ан}} E_b = 0,15 \cdot 1,54 \cdot 2,75 \cdot 10^5 = 622,97 \text{ кН.}$$

Сдвиг настила относительно бетона:

$$\Delta = \frac{M_{\text{пролетн}}}{\varepsilon_A (h_0 - 0,5x)} = \frac{0,717 \cdot 100}{622,97 \cdot (13,9 - 0,5 \cdot 3,69)} = 0,014 \text{ см}$$

Дополнительная кривизна от сдвига настила:

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				



$$\frac{1}{r_n} = \frac{2\Delta}{0,75lh_0} = \frac{2 \cdot 0,014}{0,75 \cdot 200 \cdot 10,1} = 1,85 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{см}}$$

Дополнительный прогиб настила от его сдвига:

$$f_{\text{доп}} = \frac{1}{8} l^2 \left( \frac{1}{r_n} \right) = \frac{1}{8} \cdot 200^2 (1,85 \cdot 10^{-5}) = 0,0925 \text{ см}$$

Полный прогиб плиты от вертикальной нагрузки с учетом сдвига:

$$\sum f = f + f_{\text{доп}} = 0,295 + 0,0925 = 0,3875 \text{ см} \leq \frac{1}{200} = \frac{200}{200} = 1,0 \text{ см}$$

Вывод: жесткость плиты перекрытия по стальному профнастилу достаточна для нормальной эксплуатации перекрытия.

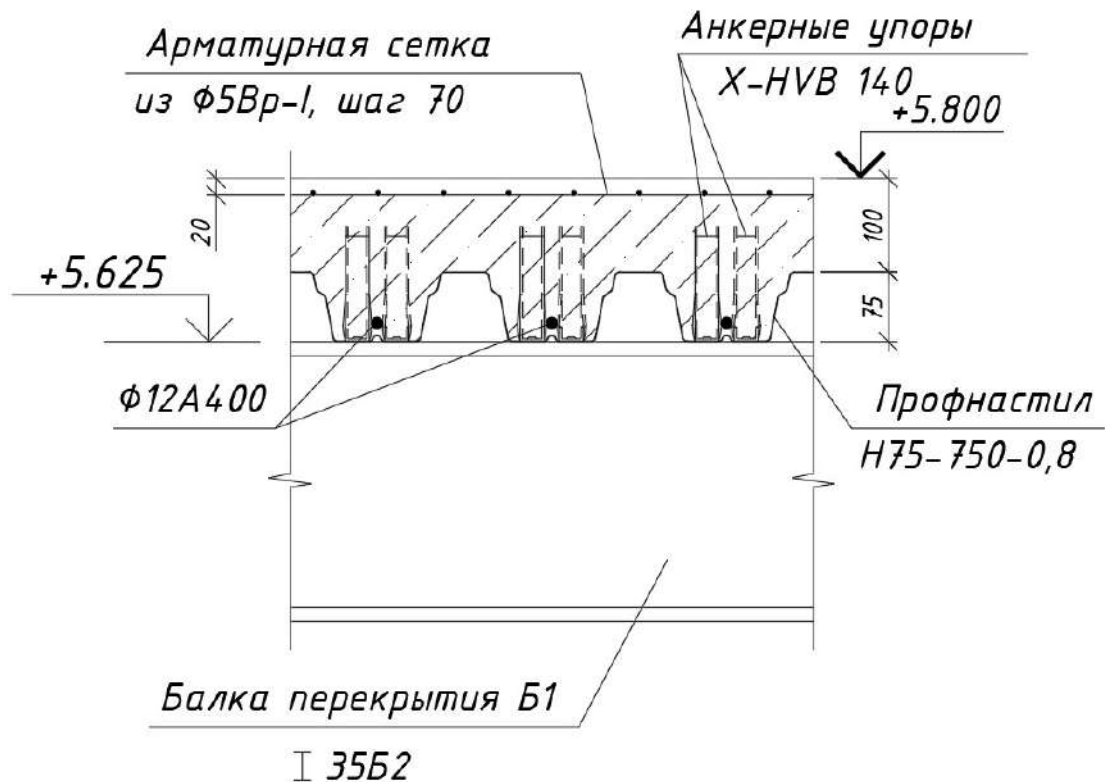


Рис. 3.1.1.4. Устройство плиты перекрытия

### 3.1.2. Расчет балки Б1

Расчет балки ведем в два этапа:

- 2 – в стадии возведения;
- 2 – в стадии эксплуатации.

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

### Расчет балки в стадии возведения

Балка рассчитывается как стальная конструкция на эксплуатационную нагрузку, расчетная нагрузка на балку с учетом собственного веса составляет:

$$q_{м2} = 1205,02 + 49,53 = 1254,55 \text{ кгс/м}^2 = 12,30293 \text{ кН/м}^2$$

Погонная нагрузка на балку:

$$q = 1254,55 \cdot 1,8 = 2258,2 \text{ кг/м} = 22,14538 \text{ кН/м}^2$$

В расчетной схеме балку принимают свободно опертой пролетом 5,7 м (рис.2.2.5).

$$q = 2258,2 \text{ кг/м} \quad (q = 22,15 \text{ кН/м}^2)$$

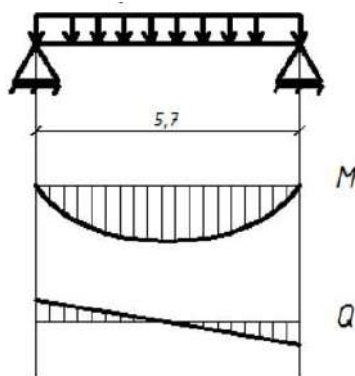


Рис. 3.1.2.1. Расчетная схема балки

Величина изгибающего момента:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{2258,2 \cdot 5,7^2}{8} = 9171,0 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 89,94 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Опорная реакция балки:

$$Q = \frac{2258,2 \cdot 5,7}{2} = 6435,9 \text{ кгс} = 63,11 \text{ кН.}$$

Требуемый момент сопротивления балки:

$$W_{mp} = \frac{M \gamma_n}{R_s} = \frac{91,7 \cdot 0,9 \cdot 10^4}{2550} = 323,7 \text{ см}^3$$

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

По сортаменту прокатных профилей принимаем двутавр № 35Б2 с  $W_x=662,2 \text{ см}^3$ ,  $J_x=11550 \text{ см}^4$ ,  $A=55,17 \text{ см}^2$ .

### Расчет балки в стадии эксплуатации

Расчет комбинированной балки в стадии эксплуатации проводится:

1 – для стальной балки на действие изгибающего момента и продольного усилия растяжения, которое равно усилию сдвига по связям с плитой.

2 – для полки плиты (как железобетонного элемента) на внецентренное сжатие по нормальному сечению от момента  $M_B$  и усилия  $T_B$ .

3 – для соединения плиты с балкой для проверки анкерных связей.

Величина изгибающего момента от расчетной нагрузки балки определена выше и составляет  $M_{sp}=89,94 \text{ кН}\cdot\text{м}$ . Продольное усилие растяжения в балке и сжатия в полке плиты определяется как усилие сдвига по их связям.

$$\delta = \frac{h_g}{2} + h_{пл} - \frac{h_f}{2} = \frac{35}{2} + 7,5 - \frac{10}{2} = 20,0 \text{ см}$$

Расстояние между центрами тяжести стальной балки и полки железобетонной плиты определяется из геометрии. Момент инерции полки плиты:

$$J_b = \frac{b_f h_f^3}{12} = \frac{187,5 \cdot 10^3}{12} = 15625 \text{ см}^3$$

Коэффициент жесткости связей:

$$\gamma = \frac{1}{(E_s A_s + E_b A_b)} + \frac{\delta^2}{(E_s J_s + E_b J_b)} = \frac{1}{(2,1 \cdot 10^6 \cdot 55,17 + 0,275 \cdot 10^6 \cdot 187,5 \cdot 6,5)} + \frac{20,0^2}{(2,1 \cdot 10^6 \cdot 11550 + 0,275 \cdot 10^6 \cdot 15625)} = 0,03 \cdot 10^{-6} \text{ МПа}\cdot\text{см}^2.$$

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ				

Коэффициент жесткости балки определяется в соответствии с погонными характеристиками:

$$\lambda = \sqrt{\varepsilon_{\text{о}} \gamma} = \sqrt{K_{\text{ан}} d_{\text{ан}} E_b n_{\text{ан}} / u \gamma} = \sqrt{0,13 \cdot 1,4 \cdot 0,275 \cdot 10^6 \cdot 2 / 18,75 \cdot 0,03 \cdot 10^{-6}} = 1,333 \text{ см}^{-1}$$

Величина коэффициента жесткости на всю длину балки:

$$\lambda_i = \lambda l = 1,333 \cdot 600 = 799,8$$

Значение коэффициента, учитывающего жесткость балки в составе комбинированной конструкции  $K_t=0,927$ , следовательно, сдвигающая продольная сила, которая растягивает балку, составит:

$$T = T_s = \partial M_{\text{сп}} K_t / [\gamma (E_s J_s + E_b J_b)] = 20,0 \cdot 112,91 \cdot 0,927 / 0,03 \cdot 10^{-6} (2,1 \cdot 10^5 \cdot 11550 + 0,275 \cdot 10^5 \cdot 15625) = 34,5 \text{ кН}$$

Сдвигающее усилие  $T_1$ , приходящееся на крайнюю анкерную связь при опорной реакции  $Q$  составит:

$$T_1 = \partial R_u K_t / [\gamma (E_s J_s + E_b J_b)] = 20,0 \cdot 87,33 \cdot 18,75 \cdot 0,927 / 0,03 (2,1 \cdot 11550 + 0,275 \cdot 15625) = 50,1 \text{ кН}$$

Соотношение значений  $N_s$ ,  $N_b$ ,  $T$  влияет на несущую способность нормальных сечений балки.

Несущая способность балки на растяжение:

$$N_s = R_s \cdot A_s = 255 \cdot 55,17 = 14068,35 \text{ кН}$$

Несущая способность полки плиты на сжатие:

$$N_b = R_b \gamma_{b2} b_f h_s = 8,5 \cdot 0,9 \cdot 187,5 \cdot 10 / 10 = 2206,7 \text{ кН}$$

Несущая способность связи стальной балки с плитой:

$$T' = T (T_{\text{ан}} / T_1) = 34,5 (21,36 / 50,1) = 14,71 \text{ кН.}$$

Так как  $T' \leq N_s$  и  $T' \leq N_b$ , то расчет прочности сечения должен производиться по второму случаю внецентренного сжатия. Предельное усилие растяжения в балке при совместной работе:

$$R_s (A_s - 2 \cdot A_{s \text{ полки}}) = 255 (55,17 - 2 \cdot 10) / 10 = 896,8 \text{ кН}$$

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

Для дальнейших расчетов принимаем  $N=14,71$  кН, как меньшее из значений. Так граница сжатой зоны балки пересекает ее стенку. Определение расстояния от верха балки до границы ее сжатой зоны:

$$a = [A_s - \frac{N}{R_s} - 2d(b_s - s)] / 2s =$$

$$[55,17 - \frac{14,71 \cdot 10}{255} - 2 \cdot 1,0(15,5 - 0,65)] / 2 \cdot 0,65 = 19,1 \text{ см}$$

Прочность нормальных сечений комбинированной балки по моменту:

$$M_s = N \left( H - h_b + a - \frac{x}{2} \right) + R_s \left( b_s d \left( h_b - a - \frac{d}{2} \right) \right) + b_s \left( a - \frac{d}{2} \right) + s(h_b - 2d)(h_b - 2a) =$$

$$14,71 \cdot 10^{-1} (46,6 - 35,0 + 19,1 - 3,69/2) + 255 \cdot 10^{-1} (15,5 \cdot 1,0) (35,0 - 19,1 - 1,0/2) + 15,5 (19,1 - 1,0/2) + 0,65 (35,0 - 2 \cdot 1,0) (35,0 - 2 \cdot 19,1) = 6349,8 \text{ кН} \cdot \text{м} \geq M_{sp} = 112,91 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Прочность нормальных сечений балки по моменту обеспечивается.

На действие поперечной силы расчет опорных сечений металлических прогонов выполняют как для стальных балок, не учитывая железобетонную плиту. Его можно не проводить при соблюдении условия:

$$Q \leq 0,8 h_b s R_s = 0,8 \cdot 35 \cdot 0,65 \cdot 2550$$

$$63,12 \text{ кН} < 284,45 \text{ кН} - \text{условие соблюдается.}$$

Прогиб балки определяется как:

$$f_{mc} = f_{rc} + f_{sg},$$

где  $f_{rc}$  - прогиб балки без учета собственного веса в стадии эксплуатации, см;

$f_{sg}$  - прогиб балки от воздействия собственной массы перекрытия, см.

$$f_{sg} = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,159 \cdot 570^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 11550} = 0,009 \text{ см}$$

Полную величину кривизны изгибаемых элементов считают по формуле:

$$1/r_{rc} = 1/r_f + 1/r_a,$$

где  $1/r_f$  - кривизна, не учитывающая податливость анкерных связей ( $1/r_f = 1/r_1 + 1/r_2$ );

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ					

$1/r_a$  - кривизна, вызванная податливостью анкерных связей.

От кратковременных нагрузок и длительного действия постоянных и длительных нагрузок:

$$1/r = (M_{ns} \varphi_{b2}) / (I_{red} E_b \varphi_{b1}),$$

$$M_{ns} = \frac{ql^2}{8} = \frac{1205,02 \cdot 5,7^2}{8} = 4893,9 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 47,99276 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$1/r = (4893,9 \cdot 2) / (931,61 \cdot 2,75 \cdot 10^5 \cdot 0,91) = 0,00004 \text{ см}^{-1}$$

Определим для приведенного сечения балки момент инерции:

$$I_{red} = \alpha I_{sg} + [(b_b h_f^3) / 12] + b_b h_f y_c^2 + \alpha A_{sg} (v - y_c^2),$$

$$v = 20 \text{ см};$$

$y_c$  - центр тяжести сечения равный следующему отношению:

$$y_c = S_{red} / A_{red} = (\alpha A_{sg} v) / (b_b h_f + \alpha A_{sg}) = (7,64 \cdot 55,17 \cdot 20) / (155 \cdot 13 + 7,64 \cdot 55,17) = 4,89 \text{ см}.$$

Следовательно, момент инерции приведенного сечения комбинированной балки равен:

$$I_{red} = 7,64 \cdot 11550 + [(155 \cdot 13^3) / 12] + 155 \cdot 13 \cdot 4,89^2 + 7,64 \cdot 55,17 (20 - 4,89)^2 = 394810,3 \text{ см}^4.$$

Кривизну, вызванную податливостью анкерных связей можно найти как:

$$1/r_a = k_f 1/r_f \left\{ \left[ \frac{\varphi_{b1} E_b I_{red}}{\varphi_{b1} E_b I_{rs} + \varphi_{b2} E_{sg} I_{sg}} \right] - 1 \right\}$$

$$1/r_a = 0,097 \cdot 0,16 \cdot 10^{-6} \left\{ \left[ \frac{0,91 \cdot 2,75 \cdot 10^6 \cdot 394810,3}{(0,91 \cdot 2,75 \cdot 10^6 \cdot 28377,9 + 2 \cdot 2,1 \cdot 10^7 \cdot 11550)} \right] - 1 \right\} = 0,012 \cdot 10^{-6} \text{ см}^{-1}.$$

$$I_{rs} = (b_b h_f^3) / 12 = (155 \cdot 13^3) / 12 = 28377,9 \text{ см}^4.$$

$$1/r_c = 0,16 \cdot 10^{-6} + 0,012 \cdot 10^{-6} = 0,172 \cdot 10^{-6} \text{ см}$$

$$f_{rc} = \frac{5}{48} l^2 \left( \frac{1}{r} \right) = \frac{5}{48} \cdot 570^2 (0,172 \cdot 10^{-6}) = 0,0058 \text{ см}$$

$$f_{mc} = f_{rc} + f_{sg} = 0,0058 + 0,009 = 0,0148 \text{ см} \leq 570 / 250 = 2,28 \text{ см}.$$

Жесткость перекрытия обеспечена.

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ					

### 3.1.3. Расчет ригеля Р1

Величина изгибающего момента:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{2266,9 \cdot 9,0^2}{8} = 22952,4 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 229,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = \frac{2266,9 \cdot 9,0}{2} = 10201,05 \text{ кгс} = 100,04 \text{ кН.}$$

Требуемый момент сопротивления балки:

$$W_{mp} = \frac{M \gamma_n}{R_s} = \frac{229,5 \cdot 0,9 \cdot 10^4}{2550} = 810 \text{ см}^3$$

По сортаменту прокатных профилей принимаем двутавр № 40Ш1 с  $W_x = 1595,6 \text{ см}^3$

## 3.2. Расчет металлических конструкций

### 3.2.1. Расчет колонны К-1

Принимаем сталь С345,  $R_y = 300 \text{ МПа}$

Длина колонны:

$$l_c = 17575 \text{ мм}$$

Расчетная схема – заделка в фундамент жесткая, опирание балок и ригелей на колонны жесткое:

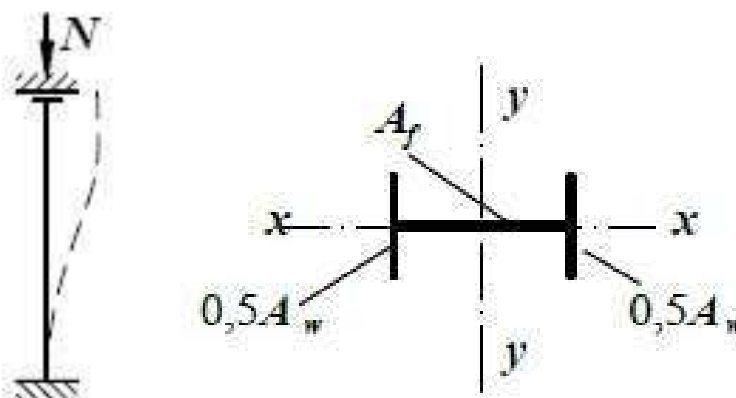


Рис.3.2.1.1. Расчетная схема колонны

Расчетная длина колонны

$$l_{ef} = \mu \cdot l_c = 1,0 \cdot 1757,5 = 1757,5 \text{ см}$$

Принимаем  $\lambda = 100$ , отсюда  $\phi = 0,542$  (по Таблице 3.2.1.1.)

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Таблица 3.2.1.1.

Гиб- кость $\lambda$	Коэффициенты $\varphi$ для элементов из стали с расчетным сопротивлением $R_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )											
	200 (2050)	240 (2450)	280 (2850)	320 (3250)	360 (3650)	400 (4100)	440 (4500)	480 (4900)	520 (5300)	560 (5700)	600 (6100)	640 (6550)
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	846	839	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	746	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	628	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	518	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	522	483	447	413	380	349	326	305	287
100	599	542	493	448	408	369	335	309	286	267	250	235
110	537	478	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	419	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	223	204	189	175	163	153	145
140	376	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

В таблице 3.2.1.2. и таблице 3.2.1.3 приведен сбор нагрузок на колонну от элементов покрытия и перекрытия

Таблица 3.2.1.2.

## Сбор нагрузок на колонну от элементов покрытия

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )	$\gamma_f$	Расчетное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )
<b>1. Постоянная нагрузка</b>				
1.	Кровельная мембрана с утеплителем	9,8 (0,09611)	1,3	12,74 (0,12494)
2.	Профлист Н75-750-0,8	11,2 (0,10983)	1,3	12,32 (0,12082)
3.	Прогоны 160-80-5	3,0 (0,02942)	1,3	3,9 (0,03825)
4.	Вес главной балки 40Ш1 (перекр.)	14,8 (0,14514)	1,3	19,2 (0,18829)
5.	Вес второстепенной балки 35Б2	18,3 (0,17946)	1,3	23,8 (0,23340)
	<b>ИТОГО:</b>	<b>57,1 (0,55996)</b>		<b>74,2 (0,72765)</b>
<b>2. Временная нагрузка</b>				
6.	Снеговая нагрузка	150,0 (1,47100)	1,2	180 (1,76520)
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>207,1 (2,03096)</b>		<b>254,2 (2,49285)</b>



Таблица 3.2.1.3.

## Сбор нагрузок на колонну от элементов перекрытия

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )	γ <sub>f</sub>	Расчетное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )
<b>1. Постоянная нагрузка</b>				
1.	Плитка керамогранитная δ=30мм, γ=2400кг/м <sup>3</sup>	48,0 (0,47072)	1,1	52,8 (0,51779)
2.	Стяжка из цементно-песчаного раствора δ=60мм, γ=1800кг/м <sup>3</sup>	108,0 (1,05912)	1,3	140,4 (1,37685)
3.	Слой (2) гидроизоляции на битумной мастике толщиной δ=6мм, γ=500кг/м <sup>3</sup>	3,0 (0,02942)	1,2	3,6 (0,03530)
4.	Звукоизоляция δ=6мм, γ=500кг/м <sup>3</sup>	3,0 (0,02942)	1,2	3,6 (0,03530)
5.	Затирка из цементно-песчаного раствора δ=3мм, γ=1800кг/м <sup>3</sup>	5,4 (0,05296)	1,3	7,0 (0,06865)
6.	Собственный вес плиты δ <sub>прив.</sub> =109,5мм, γ=2500кг/м <sup>3</sup>	273,8 (2,68506)	1,1	301,1 (2,95278)
7.	Вес профнастила	11,2 (0,10983)	1,1	12,32 (0,12082)
	<b>ИТОГО:</b>	<b>452,4 (4,43653)</b>		<b>520,8 (5,10730)</b>
<b>2. Временная нагрузка</b>				
8.	Полезная нагрузка	400,0 (3,92266)	1,2	480,0 (4,70719)
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>852,4 (8,35919)</b>		<b>1000,8 (9,81450)</b>

$$i_{\text{треб}} = \frac{l_{\text{ef}}}{\lambda} = \frac{1757,5}{100} = 17,575 \text{ см}$$

Сечение колонны предварительно для расчетов принимаем двутавр 40К9.

Тогда собственный вес колонны (на 1 м.п.) принимается 429,6 кгс = 4,2 кН.

Грузовая площадь колонны 5,7х9=51,3м<sup>2</sup>, отсюда, нагрузка на колонну К-1 составляет:

$$N_1 = (254,2+1000,8) \cdot 51,3 + 429,6 \cdot 17,575 = 71931,72 \text{ кгс} = 705,41 \text{ кН.}$$

Произведем расчет сечения колонны.

Колонна нагружена не только осевой сжимающей нагрузкой, но и изгибающим моментом. В этом случае необходимо сделать проверочный расчет согласно п. 9.1.1 СП 16.13330 по формуле

$$\left( \frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} \leq 1$$

$$1 \geq \left( \frac{N * \gamma_n}{A_n * R_y * \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c}$$

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$1 \geq \left( \frac{705,41 * 0,95}{547,21 * 30,50 * 1} \right)^{1,5} + \frac{100,04 * 1757,5 * 0,5}{1,2 * 8286,8 * 30,5 * 1} + \frac{63,11 * 1757,5 * 0,5}{1,47 * 2605,09 * 30,50 * 1}$$

$1 \geq 0,009 + 0,289 + 0,475 = 0,773$  – сечение удовлетворяет требование по прочности.

$$b_{\text{опт}} = \frac{i_{\text{треб}}}{\alpha_2}, h_{\text{опт}} = \frac{i_{\text{треб}}}{\alpha_1}, \text{ так как } \alpha_1 > \alpha_2, \text{ то } b_{\text{опт}} > h_{\text{опт}}$$

Принимаем колонну сечением 40К9

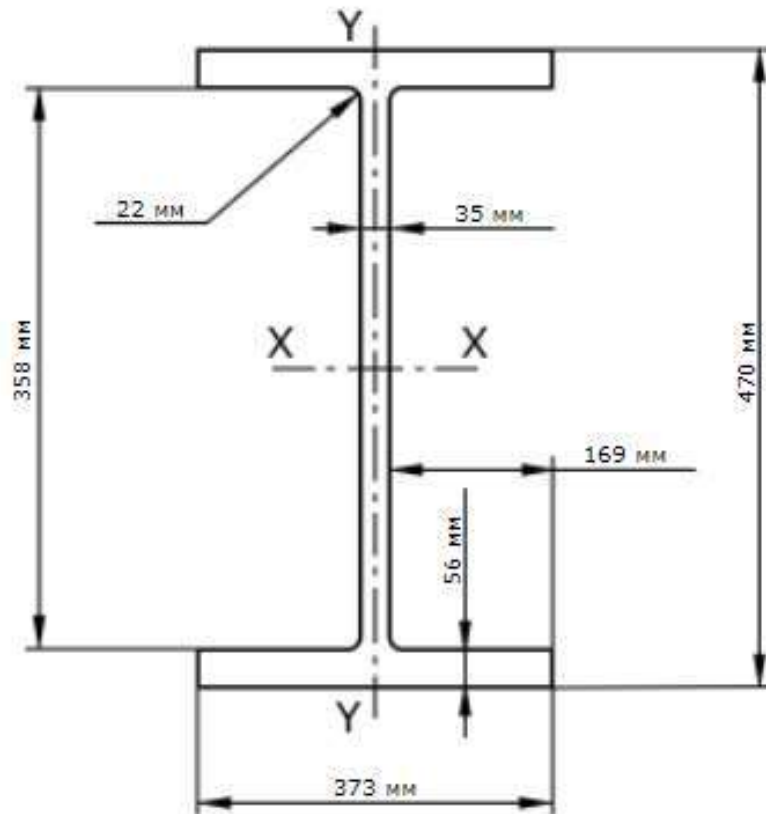


Рис.3.2.1.2. Сечение колонны

$$A=547,21 \text{ см}^2, i_x = 18,87 \text{ см}, i_y = 9,423 \text{ см}$$

Условие соблюдается. Принятое сечение оставляем без изменения.

Определяем гибкость стержня:

$$\lambda = \frac{l_{\text{ef}}}{i_x} = \frac{1757,5}{18,87} = 93,137,$$

$$\phi=0,590 \text{ (интерполяция по Таблице 3.2.1.1.)}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} = \frac{705,41 \cdot 1000}{0,590 \cdot 547,21} = 2184,92 \text{ кг/см}^2 (21,43 \text{ кН/см}^2) \leq$$

$$R_y \gamma_c = 2450 \cdot 0,95 = 2327,5 \text{ кг/см}^2 (22,83 \text{ кН/см}^2)$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{878,75}{9,423} = 93,256,$$

$\phi = 0,589$  (интерполяция по Таблице 3.2.1.1.)

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} = \frac{705,41 \cdot 1000}{0,589 \cdot 547,21} = 2188,63 \text{ кг/см}^2 (21,39 \text{ кН/см}^2) <$$

$$R_y \gamma_c = 2450 \cdot 0,95 = 2327,5 \text{ кг/см}^2 (22,82498 \text{ кН/см}^2)$$

Определим местную устойчивость стенки и полки стержня колонны

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 60,0 \sqrt{\frac{2450}{2,1 \cdot 10^6}} = 2,0$$

$$\frac{h_{ef}}{t} \langle (0,36 + 0,8\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{358}{35} \langle (0,36 + 0,8 \cdot 2,0) \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^6}{2450}}$$

10,23 < 57,38. Верно.

$$\frac{l_{ef}}{t} \langle (0,36 + 0,1\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{373}{56} \langle (0,36 + 0,1 \cdot 2,0) \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^6}{2450}}$$

6,66 < 16,4. Верно.

### Конструирование и расчет базы колонны

$R_b = 86,7 \text{ кг/см}^2 (0,85024 \text{ кН/см}^2)$  для бетона В15,  $\gamma_{b2} = 1,2$   $R_{b,loc} = 104 \text{ кг/см}^2 (1,01989 \text{ кН/см}^2)$ .

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ				

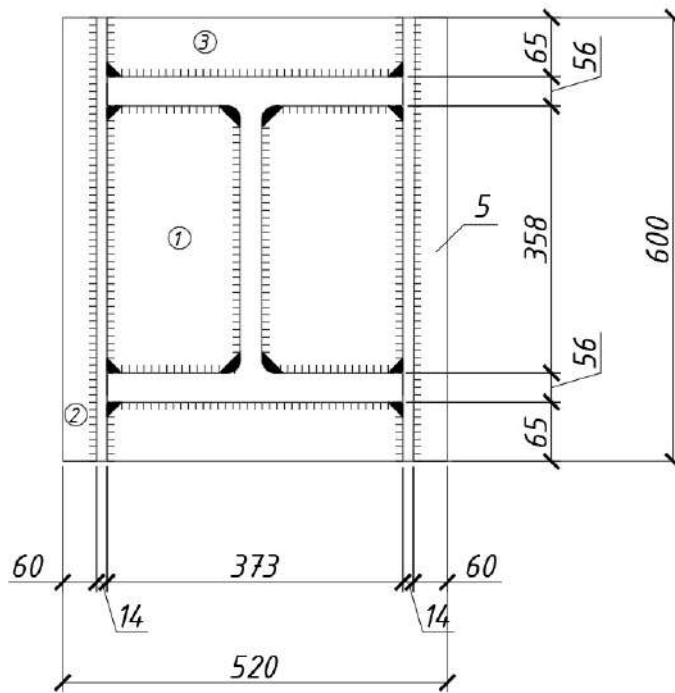


Рис.3.2.1.3. База колонны

Найдем площадь базы:

$$A = \frac{N\gamma_n}{R_{b,loc}\gamma_{b2}} = \frac{705,41}{0,85 \cdot 1,2} = 691,58 \text{ см}^2$$

Назначаем опорную плиту конструктивно:

$$A = 60 \cdot 52 = 3120 \text{ см}^2$$

$$t_{n,тр} = \sqrt{\frac{6M_{max}\gamma_n}{R_y\gamma_c}}$$

Первый участок:

$$M_1 = \alpha qa^2$$

$$\frac{b}{a} = \frac{65}{358} = 0,18, \text{ тогда } \alpha = 0,021 \text{ (табл.5.5 «Примеры расчета металлических конструкций» А.П.Мандриков)}$$

конструкций» А.П.Мандриков)

$$\sigma_b = q = N/A = 705,41/3120 = 0,226 \text{ кН/см}^2 \text{ (22,33 кг/см}^2\text{)}.$$

$$M_1 = 0,021 \cdot 0,226 \cdot 35,8^2 = 6,08 \text{ кН}\cdot\text{см}$$

Второй участок:

$$M_2 = \frac{qa^2}{2} = \frac{0,226 \cdot 6,0^2}{2} = 4,07 \text{ кН}\cdot\text{см}$$

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ					

Третий участок:

$$M_3 = \frac{qa_3^2}{2} = \frac{0,226 \cdot 6,5^2}{2} = 4,77 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$M_1 = 6,08 \text{ кН} \cdot \text{см}$  - максимальное значение момента.

$$t_{n,тр} = \sqrt{\frac{6M_{\max} \gamma_n}{R_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 6,08 \cdot 0,95}{24,5}} = 1,2 \text{ см}$$

Принимаем пластину толщиной 20 мм.

Подбираем траверсу. Требуемую высоту траверсы определяем из условия сварки листов траверсы к стержню колонны.

Назначаем  $R_{wf} = 2090 \text{ кг} / \text{см}^2$  ( $20,5 \text{ кН} / \text{см}^2$ ),  $R_{wz} = 1710 \text{ кг} / \text{см}^2$  ( $16,8 \text{ кН} / \text{см}^2$ ),

$$\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1$$

$$h_m = \frac{F \gamma_n}{4 \beta_f k_f R_{wz} \gamma_c} = \frac{705,41 \cdot 10^3 \cdot 0,95}{4 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1710 \cdot 1} = 24,49 \text{ см} = 244,9 \text{ мм}$$

Принимаем высоту траверсы 500 мм

$$\sigma_{wf} = \frac{F \gamma_n}{\beta_f k_f \sum l_w} = \frac{705,41 \cdot 10^3 \cdot 0,95}{1 \cdot 6 \cdot 145} = 770,28 \text{ кг} / \text{см}^2 = 7,55 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_{wf} \gamma_{wf} \frac{\gamma_n}{\gamma_c}$$

$$= 2090 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1985,5 \text{ кг} / \text{см}^2 = 19,5 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\sum l_w = (600 + 2 \cdot 65) \cdot 2 = 1460 \text{ мм}$$

Швы по колонне принимаются конструктивно, крепление стержня колонны к базе производим с помощью швов  $k_f = 6 \text{ мм}$ .

### Расчет и конструирование оголовка колонны

Толщина ребер:

$$t_{p,тр} = \frac{F \gamma_n}{2 b_p R_p \gamma_c}$$

$$R_p = \frac{R_{un}}{1,025} = \frac{3800}{1,025} = 3707 \text{ кг} / \text{см}^2 = 36,35 \text{ кН} / \text{см}^2$$

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$t_{p,тр} = \frac{705,41 \cdot 10^2 \cdot 0,95}{2 \cdot 6,5 \cdot 3707} = 1,39 \text{ см}$$

Принимаем толщину опорного ребра 14 мм.

Высота:

$$h_{p,тр} = \frac{F \gamma_n}{4 \beta_T k_f R_{uf} \gamma_c \gamma_{wf}} = \frac{705,41 \cdot 10^3 \cdot 0,95}{4 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 2090 \cdot 1 \cdot 1} = 98,3 \text{ см, принимаем } h_{p,тр} = 100 \text{ см}$$

$$\tau = \frac{F}{2 t_p h_p} = \frac{705,41 \cdot 10^3}{2 \cdot 1,4 \cdot 100} = 2519,32 \text{ кг/см}^2 = 24,78 \text{ кН/см}^2 < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{1}{0,95} = 2579$$

$$\text{кг/см}^2 = 25,3 \text{ кН/см}^2$$

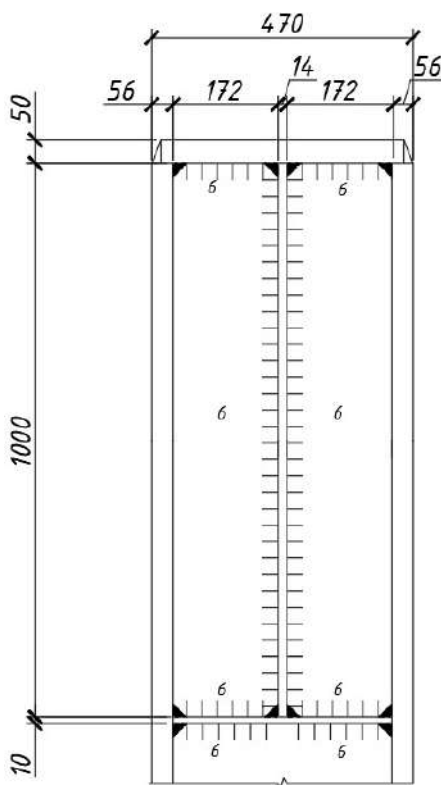


Рис.3.2.1.4. Оголовок колонны

### 3.2.2. Расчет колонны К-2

Принимаем сталь С345,  $R_y=300$  МПа

Длина колонны:  $l_c = 11575$  мм

Расчетная схема – заделка в фундамент жесткая, опирание балок и ригелей на колонны жесткое:

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ				

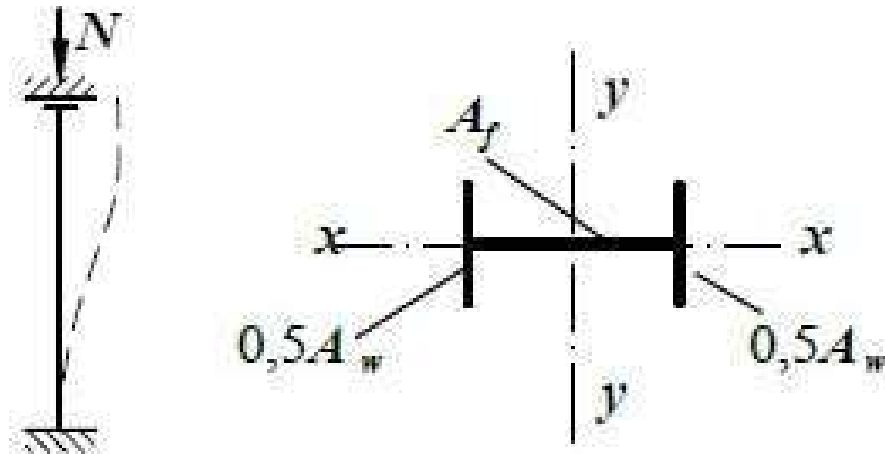


Рис.3.2.2.1. Расчетная схема колонны

Расчетная длина колонны

$$l_{ef} = \mu \cdot l_c = 1,0 \cdot 1157,5 = 1157,5 \text{ см}$$

Принимаем  $\lambda=100$ , отсюда  $\phi=0,542$  (по Таблице 3.2.1.1.)

Таблица 3.2.2.1.

Гиб- кость $\lambda$	Коэффициенты $\phi$ для элементов из стали с расчетным сопротивлением $R_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )											
	200 (2050)	240 (2450)	280 (2850)	320 (3250)	360 (3650)	400 (4100)	440 (4500)	480 (4900)	520 (5300)	560 (5700)	600 (6100)	640 (6550)
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	846	839	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	746	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	628	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	518	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	522	483	447	413	380	349	326	305	287
100	599	542	493	448	408	369	335	309	286	267	250	235
110	537	478	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	419	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	223	204	189	175	163	153	145
140	376	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

Сбор нагрузок от покрытия и перекрытия на колонну приведен в таблице 3.2.2.2. и таблице 3.2.2.3.

Таблица 3.2.2.2.

## Сбор нагрузок на колонну от элементов покрытия

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )	γ <sub>f</sub>	Расчетное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )
<b>3. Постоянная нагрузка</b>				
1.	Кровельная мембрана с утеплителем	9,8 (0,09611)	1,3	12,74 (0,12494)
2.	Профлист Н75-750-0,8	11,2 (0,10983)	1,3	12,32 (0,12082)
3.	Прогоны 160-80-5	3,0 (0,02942)	1,3	3,9 (0,03825)
4.	Вес главной балки 40Ш1 (перекр.)	14,8 (0,14514)	1,3	19,2 (0,18829)
5.	Вес второстепенной балки 35Б2	18,3 (0,17946)	1,3	23,8 (0,23340)
	<b>ИТОГО:</b>	<b>57,1 (0,55996)</b>		<b>74,2 (0,72765)</b>
<b>4. Временная нагрузка</b>				
6.	Снеговая нагрузка	150,0 (1,47010)	1,2	180 (1,76520)
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>207,1 (2,03096)</b>		<b>254,2 (2,49285)</b>

Таблица 3.2.2.3.

## Сбор нагрузок на колонну от элементов перекрытия

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )	γ <sub>f</sub>	Расчетное значение, кгс/м <sup>2</sup> (кН/м <sup>2</sup> )
<b>1. Постоянная нагрузка</b>				
1.	Плитка керамогранитная δ=30мм, γ=2400кг/м <sup>3</sup>	48,0 (0,47072)	1,1	52,8 (0,51779)
2.	Стяжка из цементно-песчаного раствора δ=60мм, γ=1800кг/м <sup>3</sup>	108,0 (1,05912)	1,3	140,4 (1,37685)
3.	Слой (2) гидроизоляции на битумной мастике δ=6мм, γ=500кг/м <sup>3</sup>	3,0 (0,02942)	1,2	3,6 (0,03530)
4.	Звукоизоляция δ=6мм, γ=500кг/м <sup>3</sup>	3,0 (0,02942)	1,2	3,6 (0,03530)
5.	Затирка из цементно-песчаного раствора δ=3мм, γ=1800кг/м <sup>3</sup>	5,4 (0,05296)	1,3	7,0 (0,06865)
6.	Собственный вес плиты δ <sub>прив.</sub> =109,5мм, γ=2500кг/м <sup>3</sup>	273,8 (2,68506)	1,1	301,1 (2,95278)
7.	Вес профнастила	11,2 (0,10983)	1,1	12,32 (0,12082)
	<b>ИТОГО:</b>	<b>452,4 (4,43653)</b>		<b>520,8 (5,10730)</b>
<b>2. Временная нагрузка</b>				
8.	Полезная нагрузка	400,0 (3,92266)	1,2	480,0 (4,70719)
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>852,4 (8,35919)</b>		<b>1000,8 (9,81450)</b>

$$i_{\text{треб}} = \frac{l_{\text{ef}}}{\lambda} = \frac{1157,5}{100} = 11,575 \text{ см}$$

Сечение колонны предварительно для расчетов принимаем двутавр 40К9.

Тогда собственный вес колонны (на 1 м.п.) принимается 429,6 кгс = 4,2 кН.

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



Грузовая площадь колонны  $5,7 \times 9 = 51,3 \text{ м}^2$ , отсюда, нагрузка на колонну К-1 составляет:

$$N_1 = (254,2 + 1000,8) \cdot 51,3 + 429,6 \cdot 11,575 = 67772 \text{ кгс} = 664,13 \text{ кН.}$$

Произведем расчет сечения колонны.

Колонна нагружена не только осевой сжимающей нагрузкой, но и изгибающим моментом. В этом случае необходимо сделать проверочный расчет согласно п. 9.1.1 СП 16.13330 по формуле

$$\left( \frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} \leq 1$$

$$1 \geq \left( \frac{N * \gamma_n}{A_n * R_y * \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c}$$

$$1 \geq \left( \frac{664,13 * 0,95}{547,21 * 30,50 * 1} \right)^{1,5} + \frac{100,04 * 1157,5 * 0,5}{1,2 * 8286,8 * 30,5 * 1} + \frac{63,11 * 1157,5 * 0,5}{1,47 * 2605,09 * 30,50 * 1}$$

$1 \geq 0,008 + 0,189 + 0,313 = 0,51$  – сечение удовлетворяет требованию по прочности.

$$b_{\text{опт}} = \frac{i_{\text{треб}}}{\alpha_2}, h_{\text{опт}} = \frac{i_{\text{треб}}}{\alpha_1}, \text{ так как } \alpha_1 > \alpha_2, \text{ то } b_{\text{опт}} > h_{\text{опт}}$$

Принимаем колонну сечением 40К9

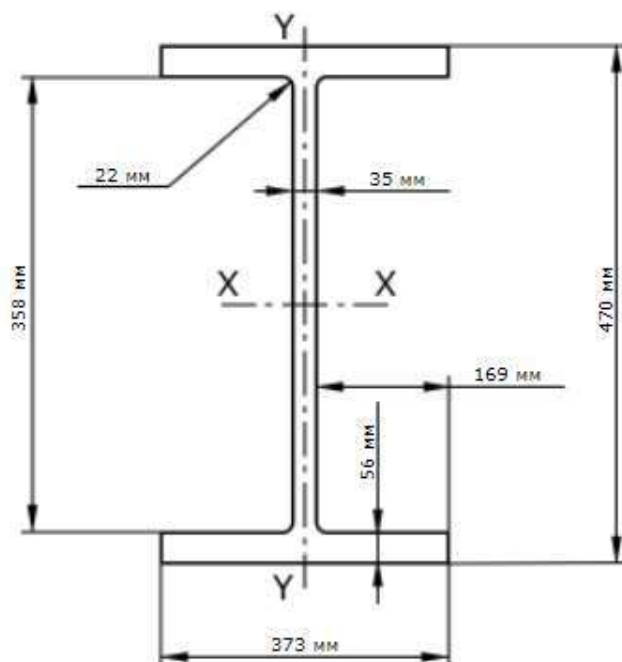


Рис.3.2.1.2. Сечение колонны

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$A=547,21 \text{ см}^2, i_x = 18,87 \text{ см}, i_y = 9,423 \text{ см}$$

Условие соблюдается. Принятое сечение оставляем без изменения.

Определяем гибкость стержня:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{1157,5}{18,87} = 61,34,$$

$$\phi=0,761 \text{ (интерполяция по Таблице 3.2.1.1.)}$$

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} = \frac{664,13 \cdot 1000}{0,761 \cdot 547,21} = 1633,25 \text{ кг/см}^2 \text{ (16,02 кН/см}^2) \leq$$

$$R_y \gamma_c = 2450 \cdot 0,95 = 2327,5 \text{ кг/см}^2 \text{ (22,83 кН/см}^2)$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{878,75}{9,423} = 61,42,$$

$$\phi=0,762 \text{ (интерполяция по Таблице 3.2.1.1.)}$$

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} = \frac{664,13 \cdot 1000}{0,762 \cdot 547,21} = 1631,1 \text{ кг/см}^2 \text{ (16,00 кН/см}^2) < R_y \gamma_c = 2450 \cdot 0,95 = 2327,5$$

$$\text{кг/см}^2 \text{ (22,82498 кН/см}^2)$$

Определим местную устойчивость стенки и полки стержня колонны

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 60,0 \sqrt{\frac{2450}{2,1 \cdot 10^6}} = 2,0$$

$$\frac{h_{ef}}{t} \langle (0,36 + 0,8\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{358}{35} \langle (0,36 + 0,8 \cdot 2,0) \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^6}{2450}}$$

$$10,23 < 57,38. \text{ Верно.}$$

$$\frac{l_{ef}}{t} \langle (0,36 + 0,1\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{373}{56} \langle (0,36 + 0,1 \cdot 2,0) \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^6}{2450}}$$

$$6,66 < 16,4. \text{ Верно.}$$

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ					

### Конструирование и расчет базы колонны

$R_b = 86.7 \text{ кг/см}^2$  ( $0,85024 \text{ кН/см}^2$ ) для бетона В15,  $\gamma_{b2} = 1,2$   $R_{b,loc} = 104 \text{ кг/см}^2$  ( $1,01989 \text{ кН/см}^2$ ).

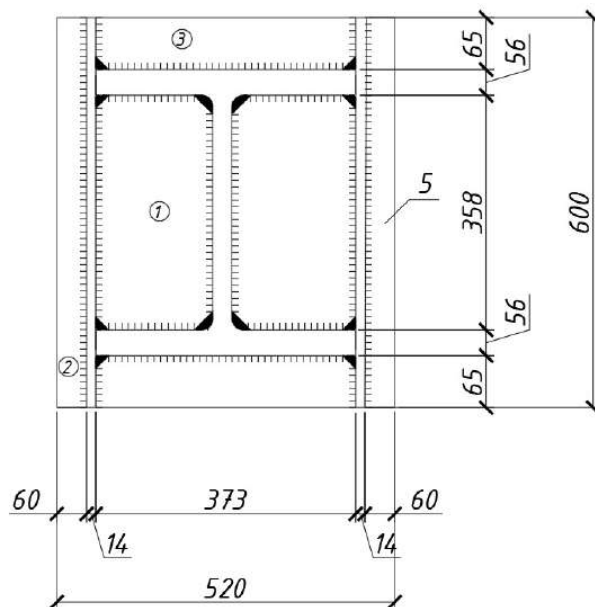


Рис.3.2.2.3. База колонны

Найдем площадь базы:

$$A = \frac{N\gamma_n}{R_{b,loc}\gamma_{b2}} = \frac{664,13}{0,85 \cdot 1,2} = 666,8 \text{ см}^2$$

Назначаем опорную плиту конструктивно:

$$A = 60 \cdot 52 = 3120 \text{ см}^2$$

$$t_{n,тр} = \sqrt{\frac{6M_{max}\gamma_{II}}{R_y\gamma_c}}$$

Первый участок:

$$M_1 = \alpha q a^2$$

$$\frac{b}{a} = \frac{65}{358} = 0,18, \text{ тогда } \alpha = 0,021 \text{ (табл.5.5 «Примеры расчета металлических конструкций» А.П.Мандриков)}$$

$$\sigma_b = q = N/A = 664,13/3120 = 0,213 \text{ кН/см}^2 \text{ (22,16 кг/см}^2\text{)}.$$

$$M_1 = 0,021 \cdot 0,213 \cdot 35,8^2 = 5,87 \text{ кН}\cdot\text{см}$$

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Второй участок:

$$M_2 = \frac{qa_2^2}{2} = \frac{0,213 \cdot 6,0^2}{2} = 3,92 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Третий участок:

$$M_3 = \frac{qa_3^2}{2} = \frac{0,213 \cdot 6,5^2}{2} = 4,6 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$M_1 = 5,87 \text{ кН} \cdot \text{см}$  - максимальное значение момента.

$$t_{n,тр} = \sqrt{\frac{6M_{\max} \gamma_n}{R_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 5,87 \cdot 0,95}{24,5}} = 1,17 \text{ см}$$

Принимаем пластину толщиной 20 мм.

Подбираем траверсу. Требуемую высоту траверсы определяем из условия сварки листов траверсы к стержню колонны.

Назначаем  $R_{wf} = 2090 \text{ кг} / \text{см}^2$  (20,5 кН/см<sup>2</sup>),  $R_{wz} = 1710 \text{ кг} / \text{см}^2$  (16,8 кН/см<sup>2</sup>),

$$\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1$$

$$h_m = \frac{F \gamma_n}{4\beta_f k_f R_{wz} \gamma_c} = \frac{664,13 \cdot 10^3 \cdot 0,95}{4 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1710 \cdot 1} = 23,62 \text{ см} = 236,2 \text{ мм}$$

Принимаем высоту траверсы 500 мм

$$\sigma_{wf} = \frac{F \gamma_n}{\beta_f k_f \sum l_w} = \frac{664,13 \cdot 10^3 \cdot 0,95}{1 \cdot 6 \cdot 145} = 742,67 \text{ кг} / \text{см}^2 = 7,28 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_{wf} \gamma_{wf} \frac{\gamma_n}{\gamma_c}$$

$$= 2090 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1985,5 \text{ кг} / \text{см}^2 = 19,5 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\sum l_w = (600 + 2 \cdot 65) \cdot 2 = 1460 \text{ мм}$$

Швы по колонне принимаются конструктивно, крепление стержня колонны к базе производим с помощью швов  $k_f = 6 \text{ мм}$ .

### Расчет и конструирование оголовка колонны

Толщина ребер:

$$t_{p,тр} = \frac{F \gamma_n}{2b_p R_p \gamma_c}$$

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

$$R_p = \frac{R_{un}}{1.025} = \frac{3800}{1.025} = 3707 \text{ кг/см}^2 = 36,35 \text{ кН/см}^2$$

$$t_{p,тр} = \frac{680,13 \cdot 10^2 \cdot 0,95}{2 \cdot 6,5 \cdot 3707} = 1,34 \text{ см}$$

Принимаем толщину опорного ребра 14 мм.

Высота:

$$h_{p,тр} = \frac{F \gamma_n}{4 \beta_T k_f R_{uf} \gamma_c \gamma_{wf}} = \frac{680,13 \cdot 10^3 \cdot 0,95}{4 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 2090 \cdot 1 \cdot 1} = 96,3 \text{ см}$$

Принимаем  $h_{p,тр} = 100 \text{ см}$

$$\tau = \frac{F}{2 t_p h_p} = \frac{680,13 \cdot 10^3}{2 \cdot 1,4 \cdot 100} = 2429,04 \text{ кг/см}^2 = 23,82 \text{ кН/см}^2 < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{1}{0,95} = 2579$$

$$\text{кг/см}^2 = 25,3 \text{ кН/см}^2$$

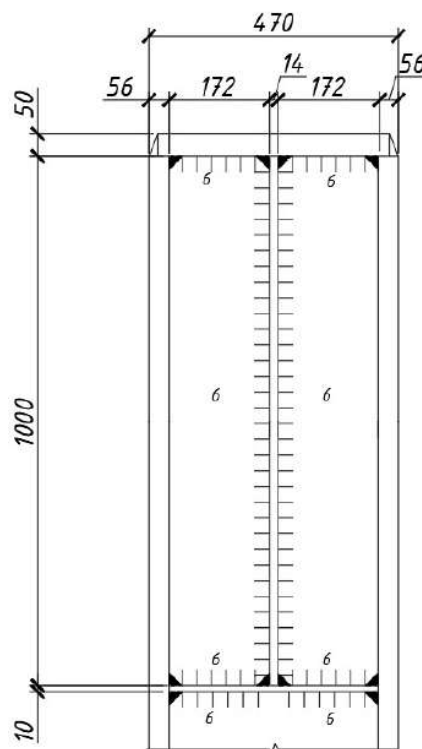


Рис.3.2.2.4. ОГОЛОВОК КОЛОННЫ

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

## 4. Раздел технологии и организации строительного производства

### 4.1. Технологическая карта на монтаж монолитного перекрытия по профилированному листу

#### 4.1.1. Область применения технологической карты

Данная карта показывает технические решения по устройству перекрытия здания с металлическим профнастилом и содержит информацию организационно-технологическую. Использование данной карты позволит ускорить темп производства работ и снизить трудозатраты. Также применение карты позволяет добиться лучшего качества монолитного железобетонного перекрытия.

В проекте использование стального профлиста как элемента плиты перекрытия обусловлено ролью несъемной опалубки и внешней арматуры. Листы профнастила имеют заводские рифы, которые позволяют обеспечить совместную работу настила и бетона их сцеплением. Вертикальные анкеры, соединяют балки перекрытия с монолитной плитой перекрытия, которая на них опирается, и тем самым обеспечивают совместную работу элементов перекрытия.

Дополнительная гибкая арматура плиты принята класса А400 ( $d=12$ ) в каждом гофре, а также арматурная (проволочная) сетка Вр-1 ( $d=5$ ) с шагом 70 мм, также в качестве рабочей арматуры установлены анкерные упоры Х-NVB 140 «Hilti», расположенные в два ряда перпендикулярно оси балки в каждом гофре на крайних опорах и через гофр на промежуточных.

Проектом предусмотрено использование профлиста Н75-750-0,8. Листы настила оцинкованы, что обеспечивает его коррозионную стойкость.

Бетонирования перекрытия осуществляется тяжелым бетоном класса В20. Подача бетонной смеси к месту монтажа и распределение смеси в месте монтажа проектируется автобетононасосом Schwing S28x.

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

#### 4.1.2. Технология и организация выполнения работ

Перед выполнением работ по устройству и бетонированию монолитного перекрытия по профилированному настилу обязательно должны быть закончены работы подготовительного характера, перечисленные ниже:

- монтаж каркаса здания – колонн, ригелей и балок перекрытия;
- все оборудование настроено, машины и механизмы полностью готовы приступить к выполнению дальнейшего этапа работ;
- минимально необходимый запас арматурных изделий и листов профнастила для выполнения работ на выделенных в день участках работ должен быть доставлен и расположен на складе;
- подъемники, подмости, стремянки и лестницы, ограждения необходимые для безопасного и устойчивого положения работников должны быть доставлены в места монтажа и надежно закреплены;
- места опирания настилов и крепления торцевых ограничителей должны быть размечены;
- балки перекрытия необходимо очистить перед раскладкой листов профнастила от грязи, ржавчины и по возможности их поверхность должна быть сухой.

Порядок технологических процессов устройства монолитного перекрытия с профилированным листом в роли несъемной опалубки и арматуры выполняется по следующей схеме:

1. Раскладка листов профилированного настила на балки перекрытия с последующим закреплением их в проектном положении;
2. Монтаж арматурных каркасов и их установка в гофры листов настила с последующей установкой арматурной сетки;
3. Выгрузка бетонной смеси на профилированные листы перекрытия, вибрирование и разравнивание уложенной смеси.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Раскладка листов профилированного настила на балки перекрытия с  
последующим закреплением их в проектном положении

Необходимо обеспечить поставку листов профилированного настила от единого изготовителя, чтобы обеспечить максимальную сочетаемость листов по размерам и профилю. Доставка и хранение листов осуществляется в один ярус в деревянных коробах, чтобы избежать нарушений в геометрии настила.

Раскладка и крепление профилированных листов настила в проектное положение осуществляется вручную захватками по проекту производства работ (ППР). Настил подается к месту монтажа краном. Перед укладкой профилированный лист необходимо очистить скребками или стальными щетками, а затем приварить стальные боковые ограничители к торцам краевых листов, чтобы создать полный контур плиты.

По длине пролетов здания во время монтажа раскладываются деревянные мостики, с которых монтажники раскладывают листы профилированного настила широкими полками гофров вниз для получения максимальной приведенной толщины плиты перекрытия и увеличения предела огнестойкости, поверх балок перекрытия. Во время раскладки листов категорически запрещено повреждать поверхность настила или изменять форму листа, поврежденный лист необходимо заменить.

Между собой листы скрепляются заклепками, а к стальным балкам перекрытия профнастил крепится самонарезающими винтами силами монтажников, либо точечной сваркой силами сварщиков. Крепление должно обеспечивать плотное прилегание в местах опирания профилированных листов настила и прогонов перекрытия. По длине листы настила укладываются впритык друг к другу на крайних по длине листов балках перекрытия, но не внахлест, чтобы не образовывать перепад высот в плане. По ширине боковые грани листов раскладываются с нахлестом друг на друга, а соединяются заклепками, либо шурупами.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56



Монтаж арматурных каркасов и их установка в гофры листов настила с  
последующей установкой арматурной сетки

До установки арматурных каркасов в гофры предварительно очищенных профилированных листов настила и раскладки верхней сетки арматуры необходимо проверить правильность монтажа листов на соответствие проектному положению.

Арматурные сетки хранятся отдельно от арматурных каркасов, чтобы избежать ошибок при монтаже и для грамотного расположения изделий на складах. Металлические изделия необходимо защищать от воздействия сырости, влаги, осадков и воды, чтобы избежать процесса образования коррозии, также не допускается хранение в окружении грязи.

Монтаж арматурных каркасов и сеток производится непосредственно на строительном участке в месте установки после подачи элементов краном к захватке в порядке, определенном проектом производства работ, а также рабочими чертежами. На отметку проведения монтажных работ арматура, упоры и фиксаторы подаются краном ДЭК-361, задействованном на монтаже каркаса здания при поточном методе производства работ.

Арматурный каркас устанавливается в каждом гофре профилированного листа настила монтажниками, для включения листов профнастила в работу плиты перекрытия в качестве рабочей арматуры применяются анкерные упоры фирмы «Hilti» X-NVB 140, которые располагаются в два ряда перпендикулярно оси балки в каждом гофре на крайних опорах и через гофр на промежуточных, после этого в поперечном и продольном направлении устанавливаются фиксаторы, нижняя часть которых заводится под арматурный каркас, тем самым создавая проектную толщину защитного слоя. На смонтированные проволочные фиксаторы укладывается верхняя арматурная сетка.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Соответствующее проектному положению крепление и расположение арматуры достигается соблюдением последовательности монтажа и отсутствием смещений арматурных каркасов и сеток при дальнейшем выполнении бетонных работ. С помощью фиксаторов-лягушек арматурный каркас опирается не напрямую на дно гофр, а на небольшой высоте от него, что позволяет обеспечить защитный бетонный слой в образовавшейся толще плиты. После монтажа арматуры места монтажа необходимо очищать.

Чтобы разделить площадь перекрытия на зоны для ведения бетонных работ по захваткам, после монтажа арматурных каркасов, упоров, фиксаторов и сеток производится монтаж направляющих.

Выгрузка бетонной смеси на профилированные листы перекрытия,  
вибрирование и разравнивание уложенной смеси

Так как в процессе бетонирования некоторые конструкции и элементы каркаса будут скрыты, необходимо заранее проверить правильность их установки на соответствие проекту и занести отчет в акт скрытых работ.

Класс бетона по прочности на сжатие принят проектом В20, бетонная смесь, производимая заводами-изготовителями, должна быть максимально однородна по своей структуре, подвижность бетонной смеси, определяемая осадкой конуса, должна быть в пределах 9 плюс-минус 1 сантиметров, отношение воды и цемента (ВЦ) не должно быть меньше 40 процентов и не больше 60%, смесь должна быть равномерной и обязательно отвечать требованиям физико-механических характеристик.

На строительную площадку от завода-изготовителя, расположенного в радиусе менее 15 километров, бетонную смесь транспортируют тремя автобетоносмесителями - миксерами марки КАМАЗ 5814Z9 с объемом смесительного барабана 9 м<sup>3</sup> с интервалом в 25-30 минут для непрерывной подачи бетонной смеси в приемный бункер автобетононасоса марки Schwing S28X по лотку миксера и дальнейшего распределения смеси непосредственно

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

в месте ее выгрузки с высоты свободного сбрасывания на конструкцию будущего перекрытия не более 1 метра.

Для подачи бетонной смеси на строительную площадку приезжает автобетононасос и после этого один за другим пребывают автобетоносмесители. Автобетононасос до начала бетонирования необходимо подвергнуть гидравлическим испытаниям, а бетоновод смазать цементным молоком для уменьшения сил сцепления при дальнейшей подаче бетонной смеси со стенками бетоновода. Перерывы в процессе подачи бетонной смеси автобетононасосом допускаются с соблюдением некоторых правил:

- при перерыве от 20 минут до 1 часа каждые 7-12 минут необходимо на наименьшей мощности осуществлять перекачку смеси по 15-30 секунд;

- при перерыве свыше часа бетоновод обязательно должен быть очищен и опустошен от бетонной смеси и любых ее остатков, а также промыт для полного удаления смеси для предотвращения поломки. Для очистки бетоновода и удалении из него оставшейся смеси необходимо сначала снизить давление до уровня атмосферного давления.

Места стоянок автобетононасоса и приезжающих на смену друг другу автобетоносмесителей определяются в зависимости от длины вылета стрелы автобетононасоса таким образом, чтобы со всех стоянок можно было забетонировать всю плоскость плиты. Высота подачи бетонной смеси принята 12 м, площадь бетонирования 2155 м<sup>2</sup>.

Перед раскрытием стрелы автобетононасос выставляет аутригеры – выносные опоры, придающие устойчивое положение и выравнивающие машину по горизонтали. Шланг стрелы насоса, имеющий длину 6 метров и выполненный из резиноканевого материала, подводится к месту заливки.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Перед бетонированием поверхность формируемой плиты перекрытия, а также при возобновлении бетонирования поверхность рабочих швов должны быть промыты и обсушены с помощью компрессора сжатым воздухом.

Уменьшение силы сцепления бетонной смеси со стенками бетоновода достигается путем прокачки по бетоноводу смазочного раствора или цементного молока готовой бетонной смеси.

В местах выгрузки бетонной смеси на перекрытия распределение производится с помощью гибкого рукава на конце бетоновода, корректируемого вручную бетонщиком. Бетонирование начинается с наиболее удаленного от стоянки участка. Бетонная смесь укладывается постепенно в границах одного листа профнастила на всю глубину с дальнейшим переходом на следующий лист в рамках одной ячейки размером 5,7 на 9 метров объемом 8,98 м<sup>3</sup> равным объему барабана одного автобетоносмесителя. После выгрузки бетонной смеси в границах одного листа необходимо глубинное и поверхностное вибрирование под небольшим углом к плоскости бетонирования глубинным и поверхностным вибраторами соответственно до того момента, пока осадка смеси не закончится, с дальнейшим разравниванием поверхности правилом. После окончания работ на определенной захватке поверхность свежеложенной бетонной смеси укрывается через два-три часа слоем влажных опилок для поддержания влажной среды вызревания бетона. Опилки регулярно необходимо увлажнять.

Перекрытие спортивного комплекса разделено на 4 захватки. Рабочие швы устраиваются в местах с нулевым или минимальным значением поперечной силы конструкции.

Забетонированные участки обязательно должны быть защищены от размыва осадками, в противном случае слой бетона необходимо удалить и уложить новый.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

После бетонирования необходимо занесение записей в журнал ведения бетонных работ для отчетности.

В соответствии с СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» до достижения бетонной смеси распалубочной прочности в 1,5 МПа поверхность бетона не должна подвергаться нагрузкам. По календарному плану бетонные работы будут проводиться в середине сентября, город Челябинск относится к 4 температурной зоне, а бетонные работы к 1 группе работ, тогда по таблице 1 ЕНиР «Общая часть» делаем вывод, что бетонные работы проводятся не в зимних условиях работ. Однако при падении температуры до 5 градусов и ниже – поверхность смеси укрывается теплоизоляционными материалами во избежание заморозки до набора распалубочной прочности.

По календарному плану проведения работ ближайшие работы на перекрытии начнутся не раньше, чем через 4 недели после бетонирования последней захватки, что гарантирует набор бетоном требуемой прочности в нормальных условиях.

Ниже представлены схемы организации работ при монтаже настила, армировании и бетонировании:

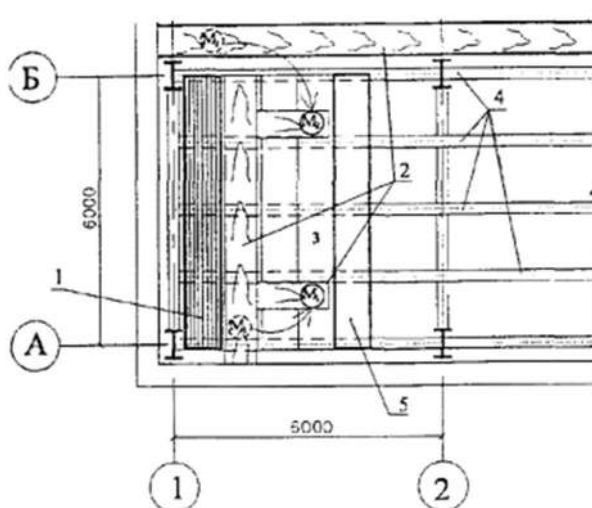


Рис. 4.1.2.1. Укладка стального профнастила

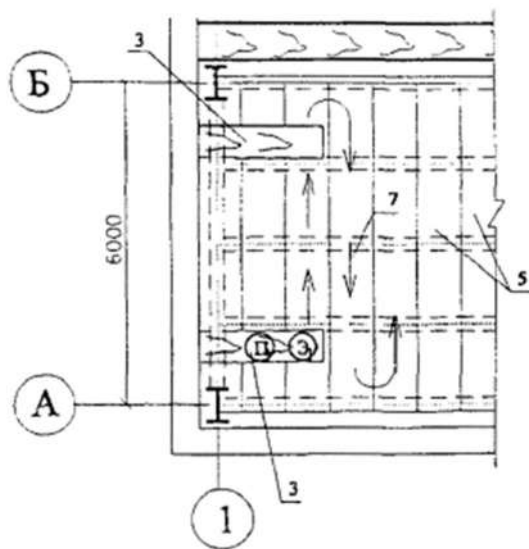


Рис. 4.1.2.2. Крепление стального профнастила к балкам перекрытия

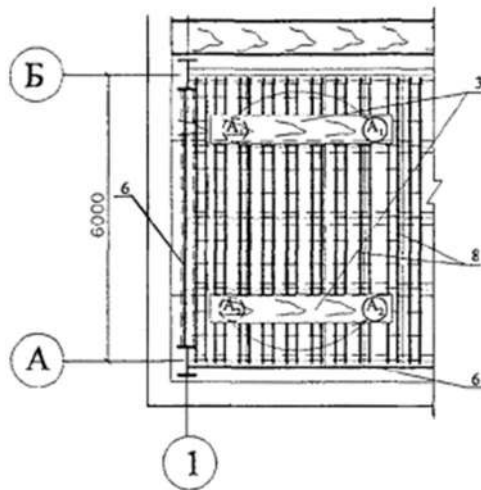


Рис. 4.1.2.3. Раскладка каркасов

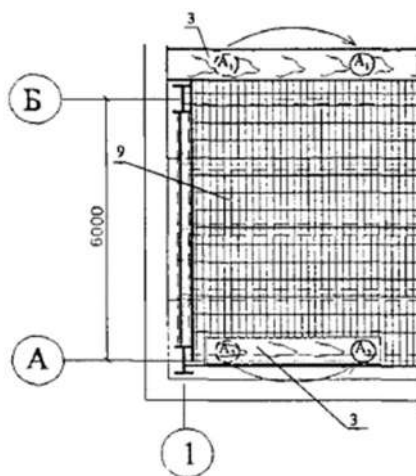


Рис. 4.1.2.4. Раскладка верхних сеток

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

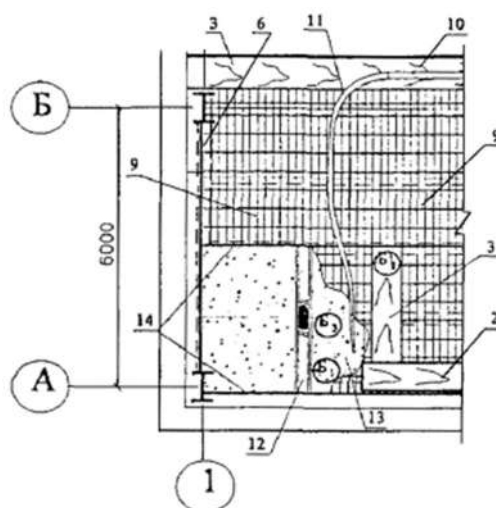


Рис. 4.1.2.5. Бетонирование перекрытия

Условные обозначения на схемах: 1 – пакет профнастила, 2 – деревянный настил, 3 – деревянный трап, 4 – балки перекрытия, 5 – монтируемый профлист, 6 – боковые ограничители по торцам листов настила, 7 – схема движения монтажников, 8 – арматурные каркасы в гофрах листов профнастила, 9 – верхняя арматурная сетка, 10 – бетоновод, 11 – гибкий рукав бетоновода, 12 – правило с ручкой, 13 – укладываемая бетонная смесь В20, 14 – направляющие, определяющие границы захваток при бетонировании, М – монтажники, А – арматурщики, Б – бетонщики.

Ниже представлены схемы технологии проведения работ при монтаже настила, армировании и бетонировании:

1. По опертому на металлические балки деревянному мостику монтажник занимается очисткой балок.



Рис. 4.1.2.6. Очистка балок перекрытия

2. Монтажники вручную укладывают профилированный настил на металлические балки после их очистки.

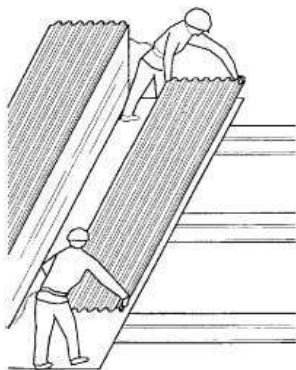


Рис. 4.1.2.7. Укладка листов настила

3. Монтажники укладывают каркас арматуры в гофр настила.

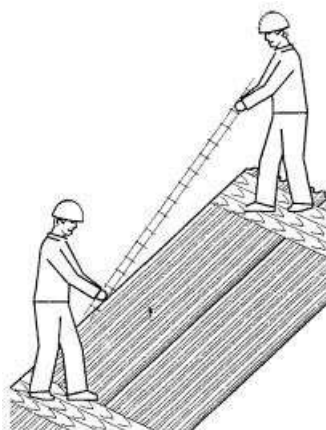


Рис. 4.1.2.8. Установка арматурных каркасов в проектное положение

4. Монтажник устанавливает фиксаторы и анкерные упоры в гофры настила.

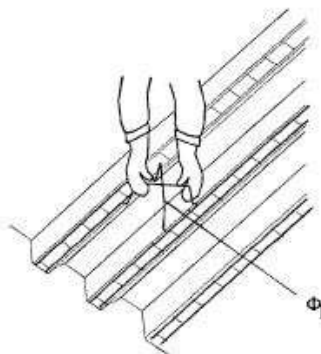


Рис. 4.1.2.9. Монтаж фиксаторов и анкерных упоров



5. Монтажники укладывают верхнюю сетку в проектное положение.

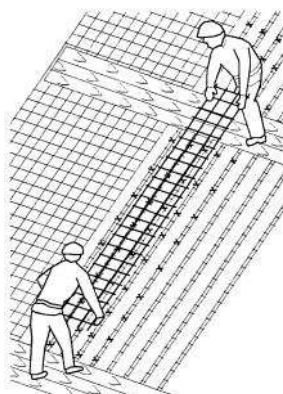


Рис. 4.1.2.10. Установка верхней арматурной сетки

6. Монтажник направляет гибкий конец шланга от бетоновода в место укладки бетонной смеси.

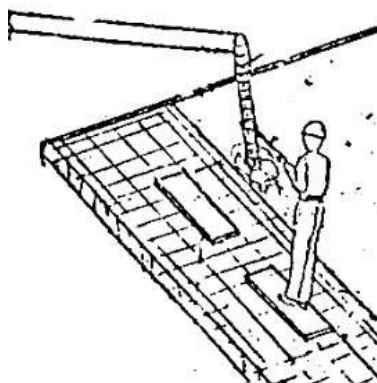


Рис. 4.1.2.11. Бетонирование плиты перекрытия

7. Монтажник, стоя на деревянном настиле, уплотняет бетонную смесь вибратором.

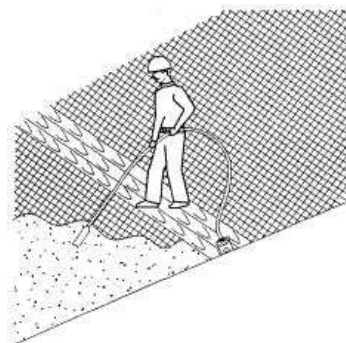


Рис. 4.1.2.12. Уплотнение уложенной бетонной смеси

### 4.1.3. Требования к качеству и приемке работ

При ведении работ по монтажу монолитного железобетонного перекрытия необходимо на каждом этапе осуществлять контроль качества выполнения работ, чтобы приступить к следующему этапу. Он состоит из входного контроля всей рабочей документации, контроля элементов конструкций и их материалов при поступлении на строительную площадку для монтажа или складирования, операционного контроля производимых работ по устройству монолитного перекрытия, а также приемочный контроль качества выполненных работ.

Предельное отклонение листов профнастила Н75-175-0,8 в соответствии с ГОСТ 24045-2016: по высоте  $\pm 2$  мм, по ширине  $\pm 8$  мм, по длине  $\pm 10$  мм.

Каждая партия арматуры должна сверяться с сертификатом и проверяться на наличие дефектов визуально.

Состав бетона должен соответствовать разработанному в строительной лаборатории рекомендованному составу бетонной смеси класса по прочности на сжатие В20.

Таблица 4.1.3.1. Состав бетонной смеси

Состав бетонных смесей	Единица измерения	Диаметр бетоновода Schwing S28X, мм
		125
Расход цемента	кг/м <sup>3</sup>	300 - 400
Расход песка	кг/м <sup>3</sup>	700-850
Расход щебня (гравия)	кг/м <sup>3</sup>	925 - 1125
$\frac{Ц}{П + Щ(Г)}$	%	40 - 60
Осадка стандартного конуса	см	8 - 12

Так как бетонная смесь доставляется до строительного участка автобетоносмесителями с расстояния менее 15 километров, с примерным временем доставки 15 минут, то в автобетоносмеситель подается бетонная смесь установленной строительной лабораторией консистенции.

Таблица 4.1.3.2. Операционный контроль качества

№	Наименование технологических процессов	Предмет контроля	Способ контроля	Проведение контроля	Ответственный за контроль	Технические характеристики оценки качества
1	Установка профилированного настила	Соответствие проекту элементов профнастила, крепежных элементов, правильность и надежность крепления, соблюдение размеров	Рулетка, метр, нивелир. Визуально	В процессе работы	Мастер или прораб	Соответствие параметрам проекту и СП70.13330. 2012
2	Установка арматуры	Соответствие геом. размеров проекту, отметок к осям здания, качество соединения арматурной стали, наличие документации		В процессе работы	Мастер или прораб	
		Отклонения от проектной толщины защитного слоя бетона		После бетонирования	Мастер или прораб	±5 мм
		Отклонение в расстояниях между рабочими стержнями плиты	Рулетка, визуально	До бетонирования	Геодезист	±10 мм
		Отклонения в расстояниях между рядами арматуры	Рулетка, визуально	До бетонирования	Геодезист	±10 мм
3	Операции по бетонированию перекрытий	Класс бетона и подвижность бетонной смеси	Стандартный конус, метр	До начала работ	Лаборатория	B20 6 - 8 см
		Температура в процессе выдерживания бетона на ПЦ	Визуально, термометр	В период твердения	Мастер, прораб	Опр. расчетом, но < 80 °С
		Проверка прочности, однородности, качества поверхности	Визуально, журнал работ	После распалубки	Лаборатория	В соответствии с проектом
		Отклонение горизонтальных плоскостей по длине участка	Измерительный, < 5 измерений	После распалубки	Мастер, прораб	20 мм
		Местные неровности поверхности бетона, кроме опорных пов-тей	на 50 - 100 м, журнал работ	После распалубки	Мастер, прораб	5 мм
		Отметки поверхностей и закладных изделий, служащих опорами для стальных или сборных ж.б. колонн и других сборных элементов	Измерительный, каждый опорн. элем., исп. схема	После распалубки	Мастер, прораб	-5 мм
		Разница отметок по высоте на стыке двух смежных поверхностей	Каждый стык, исполнительная схема	После распалубки	Мастер, прораб	3 мм

#### 4.1.4. Потребность в материально-технических ресурсах

Таблица 4.1.4.1. Ведомость машин, механизмов и инвентарного оборудования, необходимого для возведения каркаса спортивного комплекса и устройства монолитной плиты перекрытия по профилированным листам настила

№ п/п	Наименование	Марка	Кол.	Тех. хар-ка
1	Автобетононасос	Schwing S28x	1	Производительность 30 м <sup>3</sup> /ч
2	Стреловой кран на гусеничном ходу	ДЭК-361	1	Стрела 35м
3	Автобетоносмеситель	КАМАЗ 5814Z9	3	Емкость 9м <sup>3</sup>
4	Четырехветвевой строп	4СК-10,0/4000	1	Грузопод. 1,25 т
5	Лопата подборочная	ГОСТ3620-76	4	Масса 2,2 кг
6	Скребок для очистки закладных деталей	ТУ 22-4629-80	4	—
7	Правило	—	1	Длина 3 м
8	Рулетка измерительная метал.	ГОСТ 7502-80	4	Длина 20 м
9	Пояс предохранительный	ГОСТ 12.4087-80	16	—
10	Каски строительные	ГОСТ 12.4087-80	16	—
11	Молоток стальной строит.	ГОСТ 1104283	4	Масса 0,8кг
12	Ломик монтажный	—	1	—
13	Нивелир и рейка	НВ1	1	—
14	Теодолит-тахеометр на трингозе	ТТ5	1	—
15	Вибратор глубинный	ЭП-210	1	—
16	Вибратор поверхностный	ИБ-111А	1	—
17	Оттяжки	—	2	Длина 20 м
18	Ножничный дизельный подъемник	HaulotteH18SX	1	Высота 18 м
19	Трехсекционная лестница	Алюмет	2	Высота 10,3 м
20	Сварочный трансформатор	СТН-500-1	2	—

#### 4.1.5. Техничко-экономические показатели

Таблица 4.1.5.1. Укрупненная калькуляция затрат труда на монтаж монолитной плиты перекрытия по профилированным листам настила

										Лист
										68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ					

№ п/п	Обоснование	Наименование технологических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машин, маш.-ч	рабочих, чел.-см	машин, маш.-см
1	Е5-1-20 Табл. 5 № 9аб	Подъем краном листов в пачке на перекрытие	100 м <sup>2</sup> настила	17,96	0,1	0,03	42,39	1,74
2	Е5-1-2 № 5, К = 1,2 (ПР-1) К = 0,8 (ПР-2) К <sub>попр.</sub> = 0,5	Настилка с перестановкой и снятие деревянных настилов вручную	шт.	155	0,3	-		
3	Е5-1-20 Табл. 5 № 10а	Раскладка и укладка вручную с подгонкой листов длиной 6 м	100 м <sup>2</sup> настила	17,96	2,6	-		
4	Е5-1-20 Табл. 5 № 1а	Комплектование комбинированных заклепок	100 заклепок	75,00	0,36	-		
5	Е5-1-20 Табл. 5 № 3а К <sub>попр.</sub> = 0,3	Сверление отверстий под заклепки	100 отв.	50,00	0,55	-		
6	Е5-1-20 Табл. 5 № 4а	Установка заклепок	100 шт.	50,00	0,72	-		
7	Применительно к Е40-6-1 Табл. 1 № 2г	Точечная сварка профнастила к стальным балкам	м <sup>2</sup>	0,09	100	-		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ

Лист

69

№ п/п	Обоснование	Наименование технологических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машин, маш.-ч	рабочих, чел.-см	машин, маш.-см
8	Е22-1-1 № 1 б	Приварк направляющих из уголка 40'40	10 м шва	34,7	3	-	73,1	1,62
9	Е1-6 № 23 а, 23 б	Подача армокаркасов и сеток	100 т	6,32	3,8	1,9		
10	Е4-1-44 Б Табл. 2, б	Установка фиксаторов	10 шт.	334,8	0,26	-		
11	Е4-1-44Б Табл. 2, б	Установка сеток и каркасов вручную	шт.	744	0,37	-		
12	Е4-1-49 Б Табл. 2 № 13 К = 1,2 (ПР-б)	Укладка бетонной смеси автобетононасосом	м <sup>3</sup>	291	1,25	3,75		
13	Е4-1-54 № 9	Уход за бетонной поверхностью водой	100 м <sup>2</sup>	17,96	0,14	-		

- Суммарные трудозатраты – 258,14 чел-см (109,3 чел-см из них на монтаж балок перекрытия, 42,39 чел-см на монтаж профнастила, 12,24 чел-см на установку и разборку стоек под перекрытия, 73,1 чел-см на армирование и 21,11 чел-см на бетонирование);

- Состав бригад:

1. 7 человек – 5 монтажников, 2 сварщика;

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ				

2. 3 человека – 3 бетонщика;

- Количество смен – 2 смены (по 8 часов);

- Общая продолжительность работ – 21 день (42 смены);

- После окончания бетонирования устраивается технологическая пауза на 3 суток, чтобы бетон набрал прочность.

График производства работ представлен на листах графической части дипломной работы.

## 4.2. Разработка календарного плана строительства

### 4.2.1 Расчет основных объемов строительно-монтажных работ и трудоемкостей на выполнение основных строительно-монтажных работ

Календарный план строительства определяет последовательность выполнения технологических процессов, устанавливает сроки и определяет даты выполнения этих работ. Главный принцип при разработке календарного плана – рациональность организации процессов.

Расчет объемов и трудозатрат на выполнение основных строительно-монтажных работ отражен в таблице 4.2.1.1. и в таблице 4.2.1.2.

Таблица 4.2.1.1. Объемы основных строительно-монтажных работ

№	Наименование работ	Ед.изм.	Объем
1	Подготовительные работы	%	5
2	Срезка растительного слоя грунта бульдозером	1000 м2	4,40
3	Планировка площадей механизированным способом	1000 м2	4,40
4	Разработка грунта в самосвалы в котлованах объемом до 1000 м3 экскаваторами с ковшем вместимостью 0,5 м3	1000 м3	10,30
5	Устройство бетонной подготовки	100 м2	0,14
6	Устройство железобетонных фундаментов столбчатых	100м3	1,19
7	Укладка фундаментных балок	100шт.	0,24
8	Укладка блоков и плит ленточных фундаментов	100шт.	1,80
9	Гидроизоляция боковая обмазочная битумная в 2 слоя по выровненной поверхности	100 м2	3,90
10	Обратная засыпка с трамбованием	100м3	1,94
11	Уплотнение грунта	100 м2	20,17
12	Устройство перекрытий на отм.0.000	100м3	4,03

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

13	Монтаж металлических колонн	т	166,80
14	Кладка наружных стен в осях 1-8 Е-Ж	м3	251,10
15	Кладка перегородок из кирпича в 1/2 кирпича на отм.0.000	100 м2	15,56
16	Монтаж металлических балок перекрытия	т	47,90
17	Монтаж профнастила перекрытия	100м2	15,39
18	Устройство монолитного перекрытия	100м3	1,68
19	Укладка лестничных площадок и маршей	100шт.	0,09
20	Кладка перегородок из кирпича в 1/2 кирпича	100 м2	9,80
21	Укладка плит перекрытия в осях 1-8 Е-Ж	100шт.	0,35
22	Монтаж металлических связей и прогонов покрытия	т	21,55
23	Монтаж профнастила покрытия	100м2	15,39
24	Монтаж кровельного покрытия с утеплителем	100м2	20,17
25	Установка оконных блоков из ПВХ профилей поворотных (откидных, поворотно-откидных) с площадью проема до 2 м2 одностворчатых	100 м2	7,32
26	Установка блоков из ПВХ в наружных и внутренних дверных проемах в каменных стенах площадью проема до 3 м2	100м2	1,47
27	Ограждение лестничных площадок перилами	100м	0,21
28	Монтаж сэндвичпанелей фасада	100м2	30,24
29	Отделка стен листовыми материалами	100 м2	50,98
30	Устройство тепло- и звукоизоляции сплошной полов	100 м2	38,30
31	Устройство гидроизоляции полимерцементным составом толщиной слоя 30 мм	100 м2	1,16
32	Устройство стяжек цементных толщиной 20мм	100 м2	38,30
33	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток гладких неглазурованных керамических для полов одноцветных	100 м2	38,30
34	Устройство покрытий из линолеума	100 м2	1,48
35	Устройство подвесного потолка типа Армстронг	100 м2	38,30
36	Санитарно-технические работы	%	5,00
37	Электротехнические работы	%	5,00
38	Работы по организации отопления и вентиляции	%	5,00
39	Благоустройство	%	0,50
40	Неучтенные работы	%	2,00



Таблица 4.2.1.2.

## Трудоемкость общестроительных работ

№ п/п	Вид работы	Объем работы		Норма времени		Трудо-емкость		Состав бригад	Сменность работ	Продолжительность работы, дн.	Потребные машины
		Ед.изм.	Кол-во	Рабочие, чел.-ч.	Машинисты, маш.-ч.	Чел.-дн.	Маш.-смен				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Подготовительные работы	%	5			245,9		4 разнорабочих и 1 машинист бр.	1	60	Автомобили бортовые, кран на автомобильном ходу
2	Срезка растительного слоя грунта бульдозером	1000 м2	4,4	27,5	3,0	15,1	1,7	1 машинист бр. и 5 разнорабочих	1	2	Экскаватор, Бульдозер, автомобили бортовые
3	Планировка площадей механизированным способом	1000 м2	4,4	0,9	0,4	0,5	0,2	1 машинист бр. и 5 разнорабочих	2	1	Компрессоры передвижные, трамбовки пневматические
4	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы в котлованах объемом до 1000 м3 экскаваторами с ковшем вместимостью 0,5 м3	1000 м3	10,3	33,6	33,6	43,3	43,3	2 машинист бр. И 4 разнорабочих	2	11	Краны башенные, вибраторы глубинные, автомобили бортовые
5	Устройство бетонной подготовки	100 м2	0,14	180,0	18,0	3,2	0,3	5 бетонщиков 4р. и 1 машинист бр.	2	1	Краны башенные, краны на автомобильном ходу, автопогрузчики, вибраторы глубинные, автомобили бортовые

АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ

Им.

Лист

№ док.

Подпись

Дата

73

Лист

Изм.	
Лист	
№ док-м.	
Подпись	
Дата	

АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ

6	Устройство железобетонных фундаментов столбчатых	100м3	1,188	453,6	25,6	67,4	3,8	5	бетонщиков 3р.	2	7	Краны башенные, краны на автомобильном ходу, автопогрузчики, вибраторы глубинные, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
7	Укладка фундаментных балок	100шт.	0,24	416,3	41,1	12,5	1,2	5	монтажников 3р.	1	2	Краны башенные, краны на автомобильном ходу, автопогрузчики, вибраторы глубинные, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
8	Укладка блоков и плит ленточных фундаментов	100шт.	1,80	72,4	25,1	16,3	5,7	5	монтажников 3р.	2	2	Краны башенные, краны на автомобильном ходу, автопогрузчики, вибраторы глубинные, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
9	Гидроизоляция боковая обмазочная битумная в 2 слоя по выравненной поверхности	100 м2	3,9	21,2	2,0	10,3	1,0	5	разнорабочих	1	2	Краны на гусеничном ходу, автопогрузчик, компрессоры передвижные, тамбовки пневматические, автомобили бортовые
								0	машинист б р.			
10	Обратная засыпка с трамбованием	100м3	1,94	97,2	0,0	23,6	0,0	5	разнорабочих	2	2	Краны на гусеничном ходу, автопогрузчик, компрессоры передвижные, тамбовки пневматические, автомобили бортовые
								1	машинист б р.			
11	Уплотнение грунта	100 м2	20,169	7,7	0,9	19,4	2,2	5	разнорабочих 4р.	2	2	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			

Изм.	
Лист	
№ док.	
Подпись	
Дата	
АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	
Лист	75

12	Устройство перекрытий на отм.0.000	100м3	4,03	Различн.	Различн.	120	24	5	бетонщиков 4р.	2	12	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								2	машинист бр.			
13	Монтаж металлических колонн	т	257	6,4	1,4	205,6	44,98	8	монтажников 3р. И 4р.	2	13	Автомобили бортовые, котлы битумные
14	Кладка наружных стен в осях 1-8 Е-Ж	м3	251,10	5,2	0,4	163,5	11,0	8	каменщиков 3 р. и 1 машинист бр.	2	10	Краны на гусеничном ходу, автопогрузчик, компрессоры передвижные, тамбовки пневматические, автомобили бортовые
15	Кладка перегородок из кирпича в 1/2 кирпича на отм.0.000	100 м2	15,56	170,2	4,2	331,0	8,2	8	каменщиков 3 р. и 1 машинист бр.	2	21	Краны башенные, краны на автомобильном ходу, автопогрузчики, вибраторы глубинные, автомобили бортовые
16	Монтаж металлических балок перекрытия	т	47,90	18,3	2,9	109,3	17,2	8	монтажников 3р. И 4р.	2	7	Краны башенные при работе на других видах строительства (кроме монтажа технологического оборудования) 8 т
								1	машинист бр.			
17	Монтаж профнастила перекрытия	100м2	15,39	35,5	2,9	68,3	5,6	8	монтажников 5 р.	2	4	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
18	Устройство монолитного перекрытия	100м3	1,678	951,1	31,2	199,5	6,5	8	бетонщиков 4р.	2	12	Краны башенные при работе на других видах строительства (кроме монтажа технологического оборудования) 8 т
								1	машинист бр.			
19	Укладка лестничных площадок и маршей	100шт.	0,09	186,8	47,4	2,1	0,5	8	монтажников 5 р.	1	1	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата
АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ				
Лист	76			

20	Кладка перегородок из кирпича в 1/2 кирпича	100 м2	9,8	170,2	4,2	208,5	5,2	8	каменщиков 3 р. и 1 машинист бр.	2	13	Краны на гусеничном ходу, автопогрузчик, компрессоры передвижные, тамбовки пневматические, автомобили бортовые
21	Укладка плит перекрытия в осях 1-8 Е-Ж	100шт.	0,35	339,8	52,4	14,9	2,3	7	монтажников 5 р.	1	2	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
22	Монтаж металлических связей и прогонов покрытия	т	21,552	18,3	2,9	49,2	7,8	8	монтажников 5 р.	1	6	Краны башенные при работе на других видах строительства (кроме монтажа технологического оборудования) 8 т
								1	машинист бр.			
23	Монтаж профнастила покрытия	100м2	15,39	35,5	2,9	68,3	5,6	8	монтажников 5 р.	2	4	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
24	Монтаж кровельного покрытия с утеплителем	100м2	20,169	90,9	0,6	229,0	1,6	8	монтажников 5 р.	2	14	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
25	Установка в жилых зданиях оконных блоков из ПВХ профилей поворотных (откидных, поворотно-откидных) с площадью проема до 2 м2 одностворчатых	100 м2	7,32	216,1	5,3	197,7	4,9	8	монтажников 5р.	2	12	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
26	Установка блоков из ПХВ в наружных и внутренних дверных проемах в каменных стенах площадью проема до 3 м2	100м2	1,47	201,0	4,6	36,9	0,9	8	монтажников 5р.	2	2	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
27	Монтаж вентилируемого фасада	100м2	30,24	170,2	34,8	643,4	131,5	8	монтажников 5р.	2	40	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			

Изм.	
Лист	
№ док.	
Подпись	
Дата	

АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЭ

28	Ограждение лестничных площадок перилами	100м	0,21	28,8	1,2	0,8	0,0	3	монтажников 5р.	1	1	Краны на автомобильном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
29	Отделка стен листовыми материалами	100 м2	50,98	71,0	0,3	452,4	2,0	11	отделочников 4р.	2	21	Подъемники мачтовые, вибраторы
								1	машинист бр.			
30	Устройство тепло- и звукоизоляции сплошной полов	100 м2	38,30	28,4	1,2	135,9	5,6	11	отделочников 4р.	2	6	Автопогрузчики, подъемники мачтовые, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
31	Устройство гидроизоляции полимерцементным составом толщиной слоя 30 мм	100 м2	1,16	79,8	16,5	11,6	2,4	11	отделочников 4р.	2	1	Подъемники мачтовые, вибраторы
								1	машинист бр.			
32	Устройство стяжек цементных толщиной 20мм	100 м2	38,3	39,5	1,3	189,2	6,1	11	отделочников 4р.	2	9	Подъемники мачтовые, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
33	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток гладких неглазурованных керамических для полов одноцветных	100 м2	38,3	119,8	4,5	573,4	21,5	11	отделочников 4р.	2	26	Краны на автомобильном и гусеничном ходу, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
34	Устройство покрытий из линолеума	100 м2	1,48	42,4	0,9	7,8	0,2	11	отделочников	2	1	Подъемники мачтовые, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
35	Устройство подвесного потолка типа Армстронг	100 м2	38,3	102,5	5,3	490,5	25,6	11	отделочников	2	22	Подъемники мачтовые, автомобили бортовые
								1	машинист бр.			
36	Санитарно-технические работы	%	5					4	сантехников	1	63	Краны башенные 8 т; Подъемники мачтовые строительные 0.5 т; Автомобили бортовые грузоподъемностью до 5 т;
								1	машинист бр.			
				250,4				1	машинист бр.	1		

37	Электротехнические работы	%	5			250,4		4	электриков	1	63	Краны башенные 8 т; Подъемники мачтовые строительные 0.5 т; Автомобили бортовые грузоподъемностью до 5 т;
								1	машинист бр.			
38	Работы по организации отопления и вентиляции	%	5			250,4		4	монтажников инженерного оборудования	1	63	
39	Благоустройство	%	5,0			25,0		4	разнорабочих	1	6	
40	Неучтенные работы	%	2			100,2		9	разнорабочих	1	11	

АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ

Лист

78

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

#### 4.2.2. Техничко-экономические показатели календарного плана

1. Продолжительность строительства фактическая:  $T_{\Phi}=346$  дней. По СНиП 1.04.03-85 нормативное значение  $T_{Н}=360$  дней (включая подготовительный период продолжительностью два месяца)

$$T_{Н}=360 \text{ дн.} > T_{\Phi}=346 \text{ дн.}$$

2. Коэффициент неравномерности движения рабочих:

$$\alpha = N_{\max} / N_{\text{ср}} = N_{\max} / (\Sigma T_i / T_{\Phi}) = 15 / (5164,7 / 346) = 1,0.$$

3. Коэффициент совмещения выполняемых работ во время возведения:

$$K_c = \Sigma t_i / T_{\Phi} = 836 / 346 = 2,34$$

Для календарного плана составлена таблица технико-экономических показателей, представленная в листах графической части, а также ниже (таблица 4.2.2.1.).

Таблица 4.2.2.1.

Техничко-экономические показатели календарного плана строительства

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
1	Продолжительность работ фактическая	Дн.	346
2	Трудоемкость общая	чел-дн.	5164,7
3	Максимальное одновременное число рабочих	чел.	15
4	Среднее расчетное число рабочих	чел.	15
5	Неравномерность движения рабочих (коэффициент)	-	1,00
6	Совмещение выполняемых работ (коэффициент)	-	2,34

#### 4.3. Разработка строительного генерального плана

Строительный генеральный план – это план строительной площадки, на котором, помимо проектируемого здания и существующих зданий отображено расположение временных зданий, временных сооружений,

									Лист
									79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

временных коммуникаций, временных дорог, машин, необходимых для строительно-монтажных работ складских помещений.

Стройгенплан разработан на надземную часть спортивного комплекса. На нем отображены основная машина, с помощью которой возводится здание. Указано место размещения бытового городка строителей, постоянные и временные проезды.

Раствор доставляется к месту работ в растворовозах. Раствор разгружается в инвентарные ящики емкостью 0.24м<sup>3</sup>. Бетон доставляется в автобетоносмесителях. Сборные элементы и конструкции зданий следует перевозить с помощью панелевозов и специального транспорта.

Кирпич, мелкие блоки, теплоизоляционные изделия должны завозиться на поддонах или контейнерах.

Площадка для открытого хранения сборных элементов планируется с обеспечением уклонов для стока атмосферных осадков и оборудованием общего водоотвода.

Заводские изделия и детали, а также материалы складироваться в зонах действия монтажного крана. Запас материалов и изделий на приобъектном складе для организации бесперебойной работы принят в минимальном объеме.

Раскладка материалов на складах осуществляется таким образом, чтобы обеспечить проходы для рабочих с целью удобства строповки изделий перед их монтажом.

На территории участка строительства движение осуществлять по временным дорогам из железобетонных плит ПД 1,5х3,0 выложенных в ширину до 9м, выполненным в подготовительный период.

Производство строительно-монтажных работ ведется за счет местных трудовых ресурсов.

Для производства специальных монтажных работ привлекаются специализированные монтажные организации.

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ					



К моменту строительства территория свободна от застройки. Использование для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставляемого для строительства объекта капитального строительства, не требуется.

Строительство проектируемого здания ведется в 1 этап.

Прокладку внутриплощадочных сетей и работы по благоустройству территории производить по окончании работ по возведению строительного павильона.

Существующие сети, пересекающие площадку строительства, перенести в подготовительный период.

#### 4.3.1. Потребность в рабочих кадрах

Число работающих, определено по трудозатратам согласно расчету. В общем количестве работающих, рабочие составляют 85%, а ИТР, служащие, МОП и охрана - 15%. Соответствующие данные приведены в таблице.4.3.1.1.

Таблица 4.3.1.1.

#### Потребность в рабочих кадрах

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Данные на период строительства
1	Количество работающих:	Чел.	27
	В т.ч.: рабочих	Чел.	23
	ИТР, служащих, МОП и охраны	Чел.	4
2	Количество работающих:		
	женщин	Чел.	4
	мужчин	Чел.	23

### 4.3.2. Временные здания и сооружения

Потребность во временных инвентарных зданиях и сооружениях определена по "Расчетным нормативам" на основании установленной численности работающих и установленного объема строительного-монтажных работ.

Данные расчета по зданиям административного и санитарно-бытового назначения приведены в таблице 4.3.2.1.

Таблица 4.3.2.1.

#### Расчет площадей временных зданий и сооружений

№	Наименование помещения	Кол-во, чел	Норма м <sup>2</sup> На 1 чел.	Всего м <sup>2</sup>
1	Канторские	4	2...4	16,0
2	Гардеробная	15	0,9...1,1	15
3	Умывальная	15	0,25	3,75
4	Комната приема пищи (столовая)	15	0,5...1	15
5	Помещение для обогрева рабочих	15	0,5	7,5
6	Туалет	15	0,07	1,05

Расположение временных зданий показано на стройгенплане.

### 4.3.3. Складские помещения

Площадки складирования материалов располагаются в зоне работы крана. Складирование металлических конструкций каркаса здания осуществляется непосредственно у стоянки для монтажа, если конструкция монтируется не «с колес»

### Расчёт требуемой площади складов

Определим общее количество материалов, хранящихся на складах:

$$Q_{\text{ск}} = \frac{Q_N \times n \times k_1 \times k_2}{T}$$

где:

- $Q_N$  – суммарное количество материала необходимое для выполнения работ;
- $n$  = норма запаса складских материалов;
- $k_1=0,8$  – коэф. неравномерности потребления материалов со складов;
- $k_2=1,2$  – коэф. неравномерности поступления материалов на склады;
- $T$  – продолжительность выполнения данного вида работ.

Определяем площадь складов:

$$F_{\text{ск}} = \frac{Q_{\text{ск}}}{q \times \beta} \text{ м}^2.$$

где:

- $q$  – такое количество материала, который хранится на 1 м<sup>2</sup> площади склада;
- $\beta=0,6$  – коэффициент проходов (для открытых складов).

Таблица 4.3.3.1.

#### Подсчет складов

Наименование	$Q_n$	$n$	$K_1$	$K_2$	$T$	$Q_{\text{ск}}$	$q$	$\beta$	$F_{\text{ск}}$
Фундаментные балки, блоки, плиты, м3	<u>227,2</u>	3	0,8	1,2	<u>4</u>	163,6	1,7	0,6	160,4
Кирпич, тыс.шт.	<u>137,8</u>	3	0,8	1,2	<u>34</u>	11,7	2,5	0,6	7,8
Плиты перекрытия, м3	<u>79</u>	1	0,8	1,2	<u>2</u>	37,9	2	0,6	31,6
Оконные и дверные блоки, м2	<u>1869</u>	3	0,8	1,2	<u>31</u>	173,6	4	0,6	72,3
Лестничные площадки и марши, м3	<u>4</u>	3	0,8	1,2	<u>1</u>	11,5	3	0,6	6,4

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Металлоконструкции, т	236,3	3	0,8	1,2	25	27,2	3	0,6	15,1
--------------------------	-------	---	-----	-----	----	------	---	-----	------

ИТОГО: 293,6м<sup>2</sup>

#### 4.3.4. Временное электроснабжение

На основании пособия для разработки проектов организации строительства и проектов производства работ для жилищногражданского строительства к СП 48.13330.2019 «Организация строительства» определяется необходимость строительного участка в электроэнергии:

$$P_{\text{общ}} = \alpha \frac{\sum_{i=1}^n nP_i \times K_{ci}}{\cos \varphi_i}$$

$$P = a \left( \frac{K_1 P_1}{\cos \varphi_1} + \frac{K_2 P_2}{\cos \varphi_2} + K_3 P_3 + K_4 P_4 + K_5 P_5 \right), \text{ где}$$

где:

$\alpha$  - коэф. который учитывает мощностные потери в электроэнергетических сетях (1,1)

$P_1$  – мощность электрических двигателей, кВт

$P_2$  – мощность необходимая для технологических процессов, кВт

$P_3$  – мощность сварочных трансформаторов, кВт

$P_4$  – мощность внутренних осветительных приборов, кВт

$P_5$  – мощность наружных осветительных приборов, кВт

$K_1$  – коэф. работы электрических двигателей одновременно (0,6)

$K_2$  – коэф. работы технологических потребителей одновременно (0,4)

$K_3$  – коэф. работы приборов внутреннего освещения одновременно (0,8)

$K_4$  – коэф. работы приборов наружного освещения одновременно (0,9)

$K_5$  – коэф. работы сварочных трансформаторов одновременный (0,8)

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

cosφ1 – коэф. мощности электрических двигателей (0,7)

cosφ2 – коэф. мощности технологических потребителей (0,8)

Таблица 4.3.4.1.

Потребляемая мощность электродвигателей

№ пп	Наименование	Марка	Р единица, кВт	Кол-во	Полная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Электропрогрев инвентарного здания	-	2,0	2	4,0
2	Прожекторы наружного освещения	-	10	2	20
3	Местное освещение зон выполнения строительных работ	-	0,0008	1056м2	0,8
4	Сварочный аппарат	СТН-500	8,5	1	8.5
5	Инвентарные здания	-	0,015	32,4м2	0,5
6	Установка для мойки колес автомобилей	Типа «Каскад»	2,5	1	2,5

Суммарная электроэнергетическая потребность строительства:

$$P = 1,1 \left( \frac{0,4 \times 6,5}{0,8} + 0,8 \times 0,5 + 0,9 \times 20 + 0,8 \times 8,5 \right) = 1,1 (3,3 + 0,4 + 18 + 6,8) = 31 \text{ кВт}$$

Общая потребляемая мощность с X=0,85x31= 26 кВт

Единовременная нагрузка с X=0,7 x26= 18 кВт

Снабжение строительства электроэнергией предлагается осуществлять от существующей ТП. Точка подключения источников энергии выполняется согласно ТУ

									Лист
									85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

### 4.3.5. Временный водопровод

Для работы механизмов:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{P \times A \times k \times 10^{-3}}{n} = \frac{3 \times 300 \times 1,5}{1000 \times 8} = 0,17 \text{ м}^3.$$

- P= 3 – количество единиц техники.
- A – удельный расход воды.
- n= 8 –число часов работы.

Расход на нужды хозяйственного назначения:

$$Q_x = \frac{N \times A \times k \times 10^{-3}}{n} = \frac{23 \times 30 \times 3}{1000 \times 8} = 0,26 \text{ м}^3.$$

где:

- N –пиковое количество работников в смену;
- A – норма расхода воды рабочего;
- k –коэф. неравномерного потребления воды в час

Водопотребление производственных и хозяйственных нужд:

$$q_{\text{п}} = \frac{(Q_{\text{пр}} + Q_x) \times 10^{-3}}{3,6 \times 10^3} = \frac{(0,17 + 0,26)}{3,6} = 0,12 \text{ л/с.}$$

Для пожаротушения принимаем 10л/с (запланирован один пожарный гидрант).

Общий расчётный секундный расход воды:

$$q_p = q_{\text{п}} + q_{\text{пож}} = 0,12 + 10 = 10,12 \text{ л/с.}$$

Диаметр труб временного водопровода при наличии пожарных гидрантов:

$$D = (4 \times q_{\text{п}} \times 10^3 / \pi \times v)^{0,5} = (4 \times 10120 / 3,14 \times 1)^{0,5} = 115,2 \text{ мм.}$$

где:

- v=1 м/с - скорость движения воды в трубе.

						Лист
					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем диаметр труб 116мм.

#### 4.3.6. Подбор крана

Кран для выполнения монтажных работ подбирается в зависимости от габаритов здания, размеров элементов и их масс, объемов работ, а также условий проведения строительства и т.д.

Порядок подбора крана выглядит следующим образом:

- 1) выбор типа крана (автомобильный, башенный, стреловой на гусеничном ходу);
- 2) расчет рабочих параметров крана;
- 3) подбор комплексов крана (по рабочим параметрам);
- 4) ТЭО выбранного крана.

Основными параметрами стрелового крана являются:

- высота подъема крюка ( $H_K$ )
- грузоподъемность крана ( $Q_K$ )
- вылет стрелы ( $L_K$ )

Высота подъёма крюка крана определяется по следующей формуле:

$$H_K = H_{эт} + h_{эл} + h_{стр} + h_{пол},$$

где:  $H_{эт}$  – высота этажа здания;

$h_{эл}$  – высота монтируемого элемента;

$h_{стр}$  - высота строповочных приспособлений;

$h_{пол}$  - высота полиспаста.

$H_K = 18,8 \text{ м} + 2,2 \text{ м} + 4,0 \text{ м} + 0,5 \text{ м} = 25,5 \text{ м}$  – при ведении работ на максимально высокой точке при монтаже фасадов.

$H_K = 2,5 \text{ м} + 17,6 + 4,0 \text{ м} + 0,5 \text{ м} = 25,7 \text{ м}$  – при ведении работ по монтажу колонны К-1, так как это самая тяжелая и габаритная конструкция из всех монтируемых.

Грузоподъемность крана:

$$Q_K = q_{э} + q_{с},$$

где:  $q_{э}$  – вес монтируемого элемента;

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

$q_c$  - вес строповочных приспособлений.

$Q_k = 8,1 \text{ т} + 0,1 \text{ т} = 8,2 \text{ т}$  – при монтаже самого тяжелого элемента, колонны К-1.

$Q_k = 0,9 \text{ т} + 0,1 \text{ т} = 1,0 \text{ т}$  – при монтаже балок перекрытия (ригелей).

Вылет стрелы определяется графически, в зависимости от положения крайнего места стоянки крана относительно места максимально отдаленной монтируемой конструкции. Монтаж колонн и балок рамного каркаса осуществляется непосредственно внутри контура строящегося здания с колес, поэтому оптимальный вылет стрелы будет подбираться с учетом экономии на длине стрелы крана. Принимаем стреловой кран на гусеничном ходу ДЭК-361 со стрелой 35 м для работы на следующих характеристиках:

$H_k = 32,0 \text{ м}$ ,  $Q_k = 8,5 \text{ т}$ ,  $L_k = 14 \text{ м}$ .

Строповка: 4-х ветвевой строп 4СК-10,0/4000 и захват КР-3.2 4шт.

В целях экономии рассмотрим вариант с заменой крана на автомобильный после устройства кровли. Самый габаритный элемент – окно 2,1х3,6. Необходимый строп – 2СК-0,5/1000

$H_k = 10,05 \text{ м} + 3,6 \text{ м} + 1,0 \text{ м} + 0,5 \text{ м} = 15,15 \text{ м}$  – монтаж самого высокорасположенного окна;

$H_k = 18,8 \text{ м} + 1,5 \text{ м} + 1,0 \text{ м} + 0,5 \text{ м} = 21,8 \text{ м}$  – монтаж самых высокорасположенных сэндвич-панелей;

$Q_k = 0,3 \text{ т} + 0,1 \text{ т} = 0,4 \text{ т}$ .

Принимаем кран КС-55732-22 для работ на стреле длиной 22 м.

					АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88



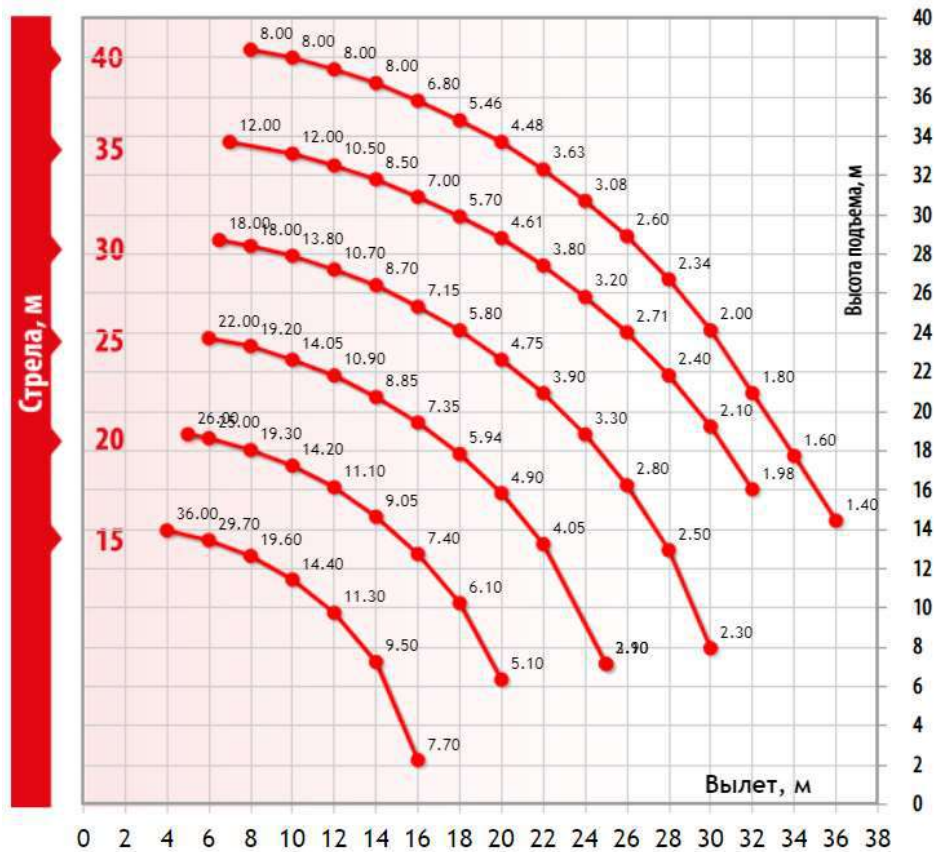


Рис.4.3.6.1. Грузовые характеристики крана ДЭК-361

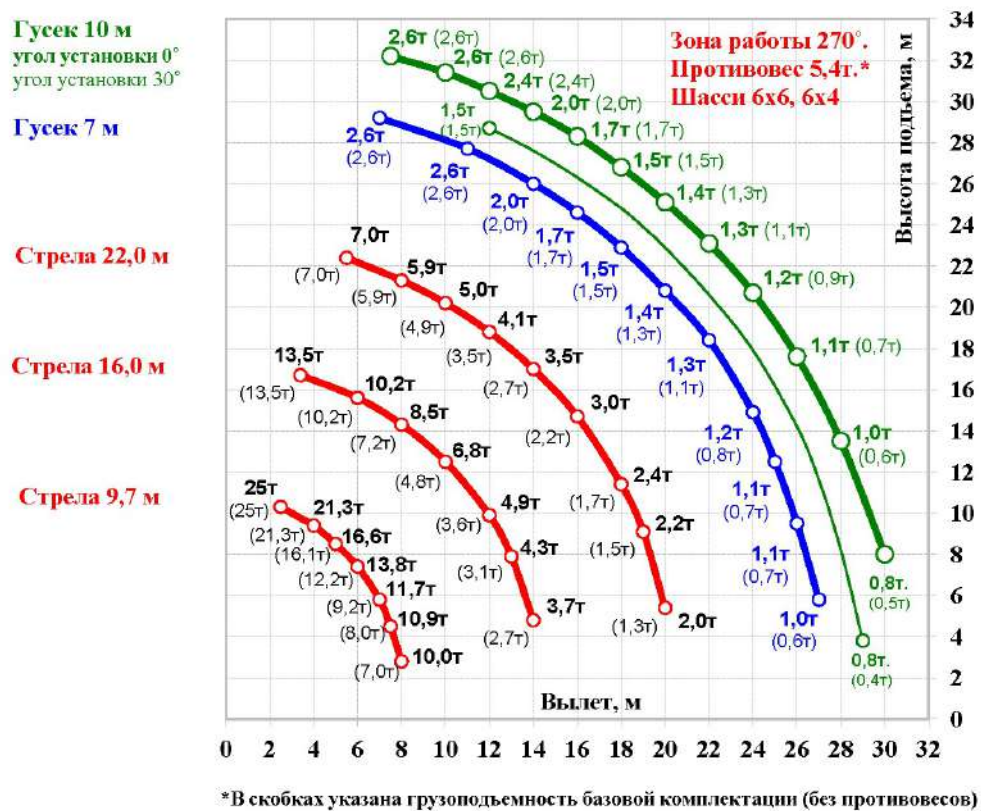


Рис.4.3.6.1. Грузовые характеристики крана КС-55732-22

#### 4.3.7. Определение опасных монтажных зон и зон влияния крана

Чтобы создать безопасные условия производства работ необходимо рассчитать всевозможные опасные зоны на строительной площадке, такие как: монтажная зона, рабочая зона крана, опасная зона работы крана и опасные участки временных дорог.

1. Монтажная зона – территория вокруг строящегося здания, в которой возможно обрушение конструкции при монтаже, падение или срыв грузов при монтаже или закреплении конструкции в проектном положении. На строительном участке зона огораживается предупреждающими знаками. На чертеже в графической части работы монтажная зона обозначается пунктирной линией.

$$R_{\text{монтажная зона}} = B_{\text{макс}} + P = 17,6 + 7 = 24,6 \text{ м от крайних точек здания.}$$

$B_{\text{макс}}$  – максимальный габарит груза или конструкции, м;

$P$  – величина отлета груза, м (при высоте возможного падения груза до 20м равно 7м при перемещении краном).

2. Рабочая зона крана, она же зона обслуживания крана – это территория, внутри которой в любую точку может опуститься крюк крана.

Граница рабочей зоны рассчитывается как линия, огибающая траекторию движения стрелы крана на максимальном вылете.

$$R_{\text{макс. стрелы крана}} = 32,0 \text{ м.}$$

3. Опасная зона работы крана – это зона, в которой происходит движение грузов по строительной площадке краном. На таких участках возможно падение, срыв грузов с крюка крана. Радиус до периметра опасной зоны при монтаже колонн К-1 и К-2 определяется по формуле:

$$R_{\text{опасн. зона}} = R_{\text{макс. стрелы крана}} + \frac{B_{\text{min}}}{2} + B_{\text{max}} + P;$$

$$R_{\text{опасн. зона}} = 32 + \frac{0,4}{2} + 17,6 + 7 = 56,6.$$

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АСИ-4 71-08.03.01-2021-020-ПЗ				

4. Опасная зона дорог – это участок временной дороги, который попадает либо в монтажную зону, либо в зону работы крана, либо в опасную зону работы крана. В графической части работы на строительном генеральном плане эта зона отображена штриховкой.

Анализируя расчетный радиус опасной зоны оказалось, что он выходит за пределы участка строительства, поэтому необходимо ограничить вылет стрелы на стоянках крана.

На стоянках 1-6 ограничить вылет стрелы до 7,5 метров, следовательно, радиус опасной зоны будет

$$R_{\text{опасн. зона}} = 7,5 + \frac{0,4}{2} + 17,6 + 7 = 32,3.$$

На стоянках 7-39 ограничить вылет стрелы до 14 метров, следовательно, радиус опасной зоны будет

$$R_{\text{опасн. зона}} = 14 + \frac{0,4}{2} + 17,6 + 7 = 38,8.$$

#### 4.3.8. Выбор механизмов и способов производства СМР

В комплект подобранных машин для производства монтажных работ входит гусеничный кран ДЭК-361, а также дополняющие машины и механизмы – автобетононасосы, автобетоносмесители, бульдозеры, экскаваторы и т.д.

В проекте принимается комплексная механизация СМР с задействованием механизмов на 2 смены, а также с применением средств малой механизации, которые обеспечивают возведение проектируемого спортивного комплекса в малые сроки.

Ведущим механизмом при возведении надземной части здания является стреловой гусеничный кран ДЭК-361.

Необходимые механизмы и машины представлены в табл. 4.3.8.1.

					АСИ-471-08.03.01-2021-020-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Таблица 4.3.8.1.

## Необходимое оборудование

Наименование оборудования	Марка	Кол -во	Область применения
Бульдозер	D10	2	Земляные работы
Экскаватор	Hitachi ZX240-5G	2	
Гусеничный кран	ДЭК-361	1	Монтажные работы
Сварочный трансформатор	ТДМ-501	1	Сварочные работы
Компрессор передвижной	Atmos РВ 81 7	1	Для обеспечения сжатым воздухом
Электровибратор глубинный	ЭП-210	1	Уплотнение бетонной смеси
Электровибратор поверхностный	ИБ-111А	1	
Кран автомобильный	КС-55732	1	Раскладка дорожных плит, монтаж фасадов, оконных и дверных блоков
Гудронатор	ДС- С41R1	1	Гидроизоляционные работы
Вышки прожекторные	РостверкиК	2	Освещение стройплощадки
Прожекторы	ПЗС-45	2	
Теодолит-тахеометр треножником	с ТТ5	1	Геодезические работы, выверка элементов
Нивелир технический	НВ-1	1	
Автосамосвал	КАМАЗ- 6580	1	Земляные работы
Ножничный дизельный подъемник	HaulotteН 18SX	1	Монтажные, сварочные работы
Автобетоносмеситель	КАМАЗ 5814Z9	3	Бетонные работы
Автобетононасос	Schwing S28X	1	

**4.3.9. Техничко-экономические показатели строительного генерального  
плана**

Таблица 4.3.9.1

ТЭП стройгенплана

№	Показатель	Единица измерения	Кол-во
1	Площадь участка строительства	м <sup>2</sup>	15875,0
2	Площадь застройки	м <sup>2</sup>	2016,9
3	Площадь временных зданий и сооружений	м <sup>2</sup>	100,9
4	Коэффициент компактности стройгенплана	%	12,7
5	Коэффициент компактности временных зданий и сооружений	%	5,0
6	Протяжённость временных: электросиловой линии ограждения	м	442
			504

## 5. Библиографический список

1. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Минрегион России, 2018 г.
2. СП 12.135.2009 Безопасность труда в строительстве. Москва, 2009 г.
3. СП 17.13330.2017 Кровли. Минрегион России, 2017 г.
4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Минрегион России, 2012г.
5. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Минрегион России, 2012 г.
6. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Минрегион России, 2016 г.
7. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Минрегион России, 2016 г.
8. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Минрегион России, 2016 г.
9. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Минрегион России, 2017 г.
10. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Минрегион России, 2018 г.
11. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Минрегион России, 2019 г.
12. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Минрегион России, 2016 г.
13. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Минрегион России, 2012г.
14. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Минрегион России, 2017 г.
15. СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений. Минрегион России, 2011 г.
16. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Минрегион России, 2012 г.
17. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Минрегион России, 2016 г.

					АСИ-4 71-08.03.01-020-2021 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

18. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Минрегион России, 2016 г.
19. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Минрегион России, 2011 г.
20. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничения распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Минрегион России, 2013г.
21. Ширшиков Б.Ф. «Организация, планирование и управление строительством». Учебник для вузов. - М.: Изд-во АСВ, 2012.- 528 с.
22. Ершов М.Н. «Современные технологии отделочных работ». Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2013.- 208 с.
23. Ершов М.Н., Ширшиков Б.Ф. «Разработка стройгенпланов» Учебное пособие по проектированию. - М.: Изд-во АСВ, 2012.- 128 с.
24. Алимов Л.А., Воронин В.В. «Строительные материалы». Учебник для вузов. - М.: Academia, 2014.-416 стр.
25. Кривошапко С.Н., Галишникова В.В. «Архитектурно-строительные конструкции» Учебник для академического бакалавриата. –М.: Издательство Юрайт, 2016.-476 стр.
26. Гумба Х.М. «Ценообразование и сметное дело в строительстве», 3-е изд., пер. и доп. Учебное пособие. – М.: Издательство Юрайт, 2016.-371 стр.
27. Маклакова Т.Г. «Архитектурно-конструктивное проектирование зданий. Том 1. Жилые здания». – Архитектура-С, 2010.-328 с.
28. Гребенник Р.А., Гребенник В.Р. «Возведение зданий и сооружений». Учеб. пособие для вузов. - М. : Абрис, 2012.
29. Гиясов А.И. «Архитектурно-строительное проектирование». Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2014. - 68 с.
30. Красновский Б. М. «Промышленное и гражданское строительство в задачах с решениями». - М.: Издательство АСВ, 2013. – 624 с.

					АСИ-471-08.03.01-020-2021 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

31. Маклакова С. М. «Конструкции гражданских зданий» Учебник. - М.: Издательство АСВ, 2012. - 296 с.
32. Насонов С.Б. «Руководство по проектированию и расчету строительных конструкций». В помощь проектировщику - М. : Издательство АСВ, 2013.
33. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. «Конструкции гражданских зданий» Учебник . - М. : Издательство АСВ, 2012.
34. Волосухин В. А.,. Евтушенко С. И, Меркулова Т. Н. «Строительные конструкции» Учебник для студентов вузов - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Ростов н/Д : Феникс, 2013.
35. А.Н. Добромыслов. «Железобетонные конструкции. Примеры расчета». Справочное издание. - М. : Издательство АСВ, 2012.
36. Р. А. Мангушев, В. Д. Карлов, И.И. Сахаров, А.И. Осокин. «Основания и фундаменты». Учебник для бакалавров строительства - М.: Издательство АСВ, 2014. – 392 с.
37. А. Н. Юзефович. «Организация, планирование и управление строительным производством (в вопросах и ответах)». Учеб. пособие - Издание второе. - М.: Издательство АСВ, 2013. – 304 с.

					АСИ-4 71-08.03.01-020-2021 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96