

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Архитектурно-строительный институт

Кафедра

«Строительные конструкции и сооружения»

**Работа проверена**

**Допустить к защите**

Рецензент

Заведующий кафедрой Сабуров В.Ф.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

Тема: Крытый теннисный корт г. Нижний Новгород

**ЮУрГУ-Д**

**000 ПЗ**

Консультанты:

Руководитель работы

*по архитектуре*

Иванов С.Г., доцент, к.т.н.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*по технологии строит. произ-ва*

Автор работы

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

студент группы ЗИЭФ-532

Анциферов

*по организации строительства*

Борис

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Александрович

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Нормоконтролер

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Челябинск  
2017

## АННОТАЦИЯ

Анциферов Б.А. Строительство здания  
«Крытый теннисный корт» г. Нижний Новгород;  
ЮУрГУ,АС-532,2017, 139 с., библиогр. список -27  
наим., Листов чертежей ф.А1- 7 л.  
Исследовательская часть – ф.А1 – 2 л.

В данном дипломном проекте разрабатывается проект по строительству здания «Крытый теннисный корт» в г. Нижний Новгород.

В основной части проекта выполнены следующие расчеты: теплотехнический расчет наружных стен, основных несущих стен. Разработаны технологическая карта на монтаж колонн, ферм и календарный план на все виды работ. Выполнена исследовательская часть по испытанию клееных не армированных и армированных балок на сжатие. Выполнены чертежи: Фасады , планы 1-3 его этажей разрезы, узлы, связи ферм, плита покрытия, технологическая карта, строй генплан и календарный график.

Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		08.03.01.2017.532-ПЗ.				
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Крытый теннисный корт  г.Нижний Новгород			Стадия	Лист	Листов		
Зав.каф.	Сабуров В.Ф.							ЮУрГУ				
Руковод.	Иванов С.Г.							Кафедра СКУС				
Инв. № подл.	Разраб..				Анциферов Б.А.							

## Содержание

<b>Введение.....</b>	<b>10</b>
<b>Раздел 1. Архитектурно строительный.....</b>	<b>11</b>
1.1 Исходные данные для проектирования.....	12
1.2 Генеральный план.....	12
1.3 Объемно-планировочное решение.....	13
1.4 Конструктивное решение.....	19
1.4.1 Фундаменты.....	20
1.4.2 Колонны.....	21
1.4.3 Несущие конструкции перекрытия и покрытия.....	21
1.4.4 Стены и перегородки.....	21
1.4.5 Кровля.....	21
1.4.6 Окна и навесной фасад.....	22
1.4.7 Двери.....	22
1.4.8 Полы.....	23
1.4.9 Наружная отделка фасада.....	23
1.4.10 Внутренняя отделка помещений.....	24
1.4.11 Водоснабжение и канализация.....	24
1.4.12 Электроснабжение и освещение.....	24
1.4.13 Слаботочные сети.....	24
1.4.14 Противопожарные мероприятия.....	24
1.4.15 Теплотехнический расчет наружной стены.....	25
<b>Список используемой литературы.....</b>	<b>29</b>
<b>Раздел 2. Строительные конструкции.....</b>	<b>30</b>
2.1 Выбор покрытия над зрительным залом.....	31
2.2 Клеефанерная плитка покрытия.....	32
2.3 Сегментная металлодеревянная ферма.....	32
<b>Список используемой литературы.....</b>	<b>33</b>
<b>Раздел 3. Технология и организация строительства.....</b>	<b>34</b>
3.1 Исходные данные.....	35
3.2 Подсчет объемов работ.....	35
3.3 Выбор методо-производства основных строитель-но – монтажных работ.....	42
3.3.1 Выбор основных строительных машин.....	42
3.3.2 Выбор монтажных приспособлений и инвентаря.....	45
3.3.3 Выбор методов производства основных строитель-но – монтажных работ.....	45
3.4 Основные указания по технологии выполнения работ.....	45
3.4.1 Основные указания по технологии монтажа покрытия в осях В-Е.....	45
3.4.3 Основные указания по технологии выполнения каменной	45

Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата
Интв. №	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

	кладки в условиях низких температур.....	
3.4.4	Основные указания по технологии бетонирования в условиях низких температур и его физическое обоснование..	46
3.5	Определение трудоемкости работ по монтажу покрытия над зрительным залом, состава звенья и бригад.....	46
3.6	График производства монтажных работ.....	47
3.7	Календарный план производства работ.....	48
3.8	График потребности рабочих.....	48
3.9	График расхода и завоза основных строительных конструкций и материалов.....	48
3.10	Определение потребности в основных строительных машинах.	49
3.11	Расчет площадей общеплощадочных складов.....	50
3.12	Расчет потребности временных зданий для строительной площадки.....	52
3.13	Транспортные коммуникации.....	54
3.14	Обоснование потребности строительства в воде.....	55
3.15	Обоснование потребности в электроэнергии.....	56
3.16	Обоснование потребности в освещении.....	58
	<b>Список используемой литературы.....</b>	<b>60</b>
	<b>Раздел 4. Охрана труда.....</b>	<b>61</b>
4.1	Пожарная безопасность	62
4.1.1	Правовые и организационные основы технического регулирования в области пожарной безопасности.....	62
4.1.2	Причины пожаров.....	63
4.1.3	Последовательность действий при пожаре.....	63
4.1.4	Обеспечение пожарной безопасности на строительной площадке.....	63
4.1.5	Автоматические установки пожарной сигнализации. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) .....	64
4.1.6	Огнестойкость строительных конструкций.....	65
4.1.7	Степень огнестойкости зданий, требуемые пределы огнестойкости Птр строительных конструкций. Пожарная опасность строительных материалов.....	67
4.1.8	Обеспечение безопасности такелажных работ.....	69
4.3	Электробезопасность.....	72
4.4	Защита от шума и вибрации.....	75
4.4.1	Расчет звукоизоляции одностойных и двухслойных ограждений.....	76
4.4.2	Расчет звукоизоляции бетонной перегородки.....	77
4.4.3	Расчет звукоизоляции двухслойных ограждений.....	77
5.0	Расчет прожекторного освещения строительной площадки...	79
6.0	Подбор гибкого четырехветвевго стропа для монтажа клеефанерных плит покрытия.....	80

Интв. №	Интв. №	Интв. №	Интв. №	Интв. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Интв. №	Интв. №	Интв. №	Интв. №	Интв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

<b>Список используемой литературы.....</b>	<b>81</b>
<b>Раздел 5. Охрана окружающей среды.....</b>	<b>82</b>
5.1 Характеристика территории проектируемого объекта.....	83
5.2 Природные условия.....	83
5.2.1 Инженерно-геологические условия площадки строительства.....	83
5.3 Оценка вредного воздействия на окружающую среду.....	85
5.3.1 Характеристика существующих возведений.....	85
5.3.2 Возможные негативные последствия в социально-экономической среде.....	86
5.3.4 Природоохранные мероприятия, снижающие негативные воздействия на природо-техногенную среду при реализации проекта.....	86
5.4 Перечень мероприятий по охране окружающей среды.....	87
5.4.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха.....	87
5.4.2 Мероприятия по охране водных ресурсов.....	87
5.4.3 Мероприятия по охране объектов растительного мира.....	87
5.4.4 Благоустройство территории.....	87
5.4.5 Мероприятия по охране почв и грунтов.....	88
5.4.6 Мероприятия по обеспечению сохранности зданий и сооружений окружающей застройки.....	88
5.4.7 Мероприятия по рекультивации территории.....	88
5.4.8 Соответствие санитарно-эпидемиологическим нормам и правилам.....	88
5.5 Оценка воздействия на окружающую среду от автотранспорта.....	89
5.6 Мероприятия по сокращению вредного воздействия от автотранспорта.....	92
5.7 Контроль за образованием и размещением отходов.....	93
<b>Список используемой литературы.....</b>	<b>99</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>100</b>
<b>1 Расчет плиты покрытия.....</b>	<b>101</b>
1.1 Задание на проектирование.....	101
1.2 Выбор конструктивного решения.....	101
1.3 Конструкция плиты.....	101
1.4 Исходные данные для расчета и проектирования.....	101
1.5 Геометрические параметры сечения плиты.....	102
1.5.1 Определение положения оси Х-Х сечения плиты с обшивками разной толщины.....	102
1.5.2 Моменты инерции, приведенные к фанере.....	103
1.5.3 Моменты инерции, приведенные к древесин.....	104
1.5.4 Моменты сопротивления.....	105
1.5.5 Статические моменты.....	105
1.6 Подсчет нагрузок на плиту.....	106

Инт. №	Подп. и дата	Инт. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

1.6.1	Постоянная нагрузка.....	106
1.6.2	Снеговая нагрузка.....	106
1.7	Расчетные усилия в карнизной плите.....	108
1.8	Расчёт плиты на прочность и жесткость.....	108
1.8.1	Проверка нижней обшивки на растяжении.....	108
1.8.2	Проверка продольного ребра на изгиб.....	109
1.8.3	Проверка верхней обшивки на устойчивость.....	109
1.8.4	Проверка верхней обшивки на местный изгиб.....	109
1.8.5	Проверка прочности клееного шва между верхней обшивкой и ребрами на скалывание.....	109
1.8.6	Проверка древесины ребер на скалывание по нейтральному слою.....	109
1.9	Расчет плиты на жесткость.....	110
<b>2</b>	<b>Проектирование и статический расчет фермы.....</b>	<b>111</b>
2.1	Исходные данные для проектирования фермы.....	111
2.2	Геометрические параметры.....	112
2.3	Подсчет нагрузок на ферму.....	112
2.3.1	Нагрузка от собственного веса элементов покрытия, приходящаяся 1 м пролета фермы.....	112
2.3.2	Собственный вес фермы на 1м пролета.....	113
2.3.3	Полная постоянная нагрузка на 1м пролета ферм.....	113
2.3.4	Снеговая нагрузка.....	113
2.3.5	Ветровая нагрузка.....	114
2.3.6	Расчетные узловые постоянные нагрузки.....	115
2.3.7	Расчетные узловые нагрузки от снега.....	116
2.4	Определение расчетных моментов в панелях верхнего пояса.....	118
2.5	Конструктивный расчет элементов и узлов фермы.....	119
2.5.1	Компоновка сечения верхнего пояса.....	119
2.5.2	Конструктивный расчет верхнего пояса.....	120
2.5.3	Расчет нижнего пояса.....	121
2.5.4	Расчет раскосов.....	122
2.5.4.1	Проектирование сечения раскосов.....	122
2.5.4.2	Расчет стальных накладок на раскосы.....	123
2.5.4.3	Расчет крепления стальных накладок к раскосам.....	124
2.5.4.4	Проверка прочности раскоса на растяжение.....	125
2.5.5	Расчет опорного узла А.....	125
2.5.5.1	Проверка смятия торца верхнего пояса.....	125
2.5.5.2	Расчет упорной плиты.....	125
2.5.5.3	Расчет опорной плиты.....	126
2.5.5.4	Расчет сварных швов для крепления нижнего пояса в узле А.....	127
2.5.6	Расчет промежуточных узлов Б, В и Г верхнего пояса.....	128
2.5.6.1	Расчет панели верхнего пояса на смятие.....	128
2.5.6.2	Расчет металлического вкладыша.....	128
2.5.6.3	Расчет узлового болта в узлах Б, В и Г.....	129

Инв. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата
	Инд. №			
Инв. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

2.5.7	Расчет промежуточных узлов Д и Е нижнего пояса.....	130
2.5.7.1	Расчет узлового болта.....	130
2.5.7.2	Расчет стыковой накладки.....	131
<b>Приложение Б.....</b>		<b>135</b>
1	Исследовательская часть клееной балки на сжатие.....	136
1.1	Балка клееная без армирования.....	138
1.2	Балка клееная армированная стеклопластиком.....	138
1.3	Балка клееная армированная стальной арматурой.....	139

Инв. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Инв. №	Лист
Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата		

## Введение

Спорт - тема вечная, безграничная, увлекательная. Каждый человек, даже ни будучи спортсменом или арбитром, тренером или спортивным комментатором в определенной мере соприкасается с ней: на школьных занятиях физической культурой, являясь участником или наблюдателем дворовых спортивных игр, посещая спортивные, тренажерные залы, бассейны, наконец, просто узнает о спортивных достижениях международного, регионального и местного масштаба из средств массовой информации.

В настоящее время спортивная тема является особенно актуальной. Это объясняется, во-первых, предстоящей олимпиадой Сочи-2014, во-вторых, стремительным расширением круга физически активных людей, посещающих спорткомплексы.

И, несмотря на то, что мода на спорт склонна меняться так же, как и на все другое, теннис остается одним из массовых видов спорта. Многие общественные деятели, ученые, бизнесмены с удовольствием играют в теннис. Заниматься им не только приятно, но и престижно: сегодня он символизирует успех и отмечает обладателя ракетки «знаком качества».

Решение запроектировать крытый теннисный корт в Нижнем Новгороде по следующим причинам:

- Отсутствие в третьей столице РФ специализированного теннисного комплекса;
- Востребованность спортивных сооружений;
- Быстрая окупаемость вложений в строительство закрытого теннисного корта и получение стабильного дохода от его функционирования по причине того, что количество людей, радеющих за здоровый образ жизни, сегодня увеличивается в геометрической прогрессии, гарантированное тем, что имеется реальная возможность ангажирования теннисной площадки под другие виды спорта - волейбол, футбол, бадминтон.

Ещё одним немаловажным аргументом в пользу выбранной темы следует считать, что, будучи истинным патриотом, хочу чтобы «... смогла собственных звезд тенниса Нижегородская земля рождать...».

Цель дипломной работы состоит в разработке проекта, который максимально сочетает в себе функциональную, эстетическую составляющие и грамотное конструктивное решение.

Инва. №	Инва. №	Инва. №	Инва. №	Инва. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист



# 1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата		
Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

## 1.1 Исходные данные для проектирования

Место строительства - г. Нижний Новгород, Приокский район.

Рельеф строительной площадки - относительно спокойный.

Грунтовые условия - суглинок.

### Климатические условия:

- Расчетная снеговая нагрузка -  $2,4 \text{ кН/м}^2$ ;
- Преобладающее направление ветра - юго-западное;
- Расчетная температура наиболее холодной пятидневки -  $-31^\circ\text{C}$ ;
- Минимальная температура воздуха -  $-41^\circ\text{C}$ ;
- Максимальная температура воздуха -  $+36^\circ\text{C}$ ;
- Расчетная температура воздуха внутри помещений -  $+20^\circ\text{C}$ .

## 1.2 Генеральный план

Участок, предназначенный для строительства крытого теннисного корта, находится на территории Приокского района г. Нижнего Новгорода, по улице Тропинина

Генеральный план проектируется на строительной площадке размерами  $136,06 \times 93,57 \text{ м}$ . На территории генерального плана размещены здания и сооружения зрелищного, учебно-тренировочного, рекреационного и административно-хозяйственного функционального назначения.

Предусмотренные автостоянка на 268 автомобилей, придорожные парковки, тротуары шириной 3м, 6-ти метровые внутриквартальные проезды удовлетворяют повышенные требованиям к планировочной организации проектируемого участка, которые в свою очередь обусловлены значительным единовременным скоплением людей и транспорта.

Запроектированный генеральный план характеризуется нижеследующими технико-экономическими показателями:

- Площадь участка -  $1,273 \text{ га}$ ;
- Площадь застройки -  $5589,0 \text{ м}^2$ ;
- Коэффициент застройки -  $0,44$ ;
- Площадь озеленения -  $2458,65 \text{ м}^2$ ;
- Коэффициент озеленения -  $0,19$ ;
- Площадь замощения -  $4683,57 \text{ м}^2$ ;
- Строительный объем здания –  $86211,5 \text{ м}^3$ ;
- Сметная стоимость –  $483701,5 \text{ тыс.руб}$ ;

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №
--------------	--------------	------------	--------	--------------	--------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата
----	------	-----------	---------	------

- Стоимость 1 м<sup>2</sup> – 66,778 тыс.руб;
- Сметная стоимость СМР - 356797,49 тыс. руб;
- Трудоемкость 1м<sup>3</sup> здания - 0,54 чел.-дн;
- Выработка на одного человека в смену – 5,564,48 тыс.руб;
- Нормативный срок строительства – 23 мес;
- Срок строительства по ППР – 22,5 мес;

### 1.3 Объемно-планировочное решение

Наиболее рациональное функциональное решение теннисного корта обеспечивается путем зонального планового размещения различных комплексов помещений.

Ядром композиции проектируемого здания является основной зал с трибунами вместимостью 2230 зрителей, размеры зала в плане 36x54м. Трибуны располагаются по периметру арены. Их конфигурация в первую очередь определена стремлением обеспечить условия оптимальной видимости, на основании произведенного расчета видимости, который приведен в прил. 1. Размеры места на одного зрителя - 45x45см, глубина ряда (проход + место для сидения) - 90см. В первом ряду трибун предусмотрены места для инвалидов (188 мест), сиденья в этом ряду не устраиваются, а их роль выполняют кресла-коляски. Размер каждого такого места принят 0,9x1,4м, ширина подъезда - 1,1м. По критерию близости входа трибуны условно разделены на три сектора. К каждому сектору примыкает группа входных помещений для зрителей, которые состоят из фойе и гардеробных, расположенных в подтрибунном пространстве секторов. В междусекторном подтрибунном пространстве расположены санузлы.

В верхней зоне плана размещается административный блок: кабинет директора, его заместителя, главного инженера, коменданта, бухгалтерия.

В нижней зоне располагаются служебно-хозяйственные помещения: инвентарные, складские, ремонтные, технические помещения.

Правая часть - учебно-тренировочная зона, состоит из трех тренировочных залов, раздевалных, медицинского кабинета, лаборатории, кабинета судей, тренерских.

В каждый из перечисленных комплексов предусмотрены отдельные охраняемые входы.

Экспликация помещений 1 этажа приведена в таблице 1.3.1; 2 этажа в таблице 1.3.2, 3 этажа в таблице 1.3.3

Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.
Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. №	Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

**Экспликация помещений 1 этажа**

Номер помещения	Наименование	Площадь м <sup>3</sup>	Кат. помещ.
101	Спортивная арена	1327,78	
102	Зона расположения автоматов	73,08	
103	Касса №1	4,82	
104	Касса №2	4,82	
105	Кассовый вестибюль	29,18	
106	Фойе	471,07	
107	Охрана	17,79	
108	Администратор	14,26	
109	Гардероб	15,53	
110	Гардероб	35,86	
111	Гардероб	15,53	
112	Санузел	58,82	
113	Санузел	33,98	
114	Техническое помещение	8,35	
115	Гардероб	35,87	
116	Гардероб	35,87	
117	Охрана	7,71	
118	Охрана	7,47	
119	Фойе	160,12	
120	Санузел	4,24	
121	Санузел	6,28	
122	Комната переговоров	8,59	
123	Архив	7,35	
124	Техническое помещение	7,95	
125	Помещение уборочного инвентаря	5,7	
126	Электрощитовая	9,45	
127	Охрана	6,76	
128	Кабинет директора	13,84	
129	Кабинет заместителя директора	13,04	
130	Кабинет бухгалтерии	13,06	
131	Кабинет инженера	14,94	
132	Гардероб	4,08	
133	Фойе	13,96	
134	Техническое помещение	11,37	
135	Санузел	34,32	
136	Санузел	55,53	
137	Гардероб	35,87	
138	Гардероб	35,87	

Подп. и дата

Взам. инв.

Инв. №

Подп. и дата

Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

139	Охрана	12,06	
140	Охрана	4,18	
141	Фойе	160,12	
142	Техническое помещение	13,75	
143	Санузел	6,39	
144	Санузел	6,39	
145	Столярная мастерская	13,5	
146	Помещение уборочного инвентаря	15,61	
147	Инвентарная	36	
148	Комната обслуживающего персонала	10,48	
149	Комната мастеров	11,19	
150	Служебное помещение	10,04	
151	Гардероб	11,52	
152	Фойе	20,46	
153	Охрана	7,55	
154	Комната отдыха	7,74	
155	Гардероб	10,62	
156	Охрана	6,59	
157	Фойе	69,87	
158	Раздевальная	67,87	
159	Раздевальная	36,83	
160	Зал для настольного тенниса на 4 стола	224,06	
161	Техническое помещение	8,57	
162	Комната тренеров	10,5	
163	Лаборатория	12,28	
164	Медицинский кабинет	14	
165	Комната судей	10,84	
166	Комната тренеров	11,55	
167	Комната персонала	10,69	
168	Раздевальная	27,56	
169	Раздевальная	51,27	
170	Тренировочный теннисный корт	625,36	
171	Гардероб	12	
172	Охрана	9,48	
173	Фойе	69,87	
174	Помещение для спортсменов	41,28	
175	Площадка у тренировочной сетки	215,6	

Подп. и дата

Взам. инв.

Инв. №

Подп. и дата

Инв. №

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп. По
				Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Таблица 1.3.2

Экспликация помещений 2 этажа			
Номер помещения	Наименование	Площадь м <sup>3</sup>	Кат. помещ.
176	Видеозал	114,72	
177	Подсобное помещение	23,25	
178	Зал для пресс-конференций	90,88	
179	Бильярдная	77,7	
180	Боулинг-зал	89,95	
181	Зал степ-аэробики	89,87	
182	Раздевальная	41,09	
183	Рекреационная зона	91,77	
184	Санузел	17,07	
185	Санузел	17,8	
186	Зал для настольного тенниса на 4 стола	224,06	
187	Раздевальная	28,22	
188	Видеостудия	19,8	
189	Комментаторская	18,71	
190	Подсобное помещение	11,32	
191	Комната тренеров	11,02	
192	Техническое помещение	13,57	
193	Инвентарная	21,91	
194	Комната обслуживающего персонала	25,01	
195	Комната отдыха	26,93	
196	Служебное помещение	10,75	
197	Вспомогательное помещение	9,66	
198	Архив фото- и видеоматериалов	10,47	

Ивл. №	Ивл. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

Экспликация помещений 3 этажа			
Номер помещения	Наименование	Площадь м <sup>3</sup>	Кат. помещ.
199	Комната отдыха	18,79	
200	Служебное помещение	23,47	
201	Санузел	5,68	
202	Комната обслуживающего персонала	23,77	
203	Помещение для уборочного инвентаря	20,93	
204	Начальник службы безопасности	15,61	
205	штаб службы безопасности	57,89	
206	Фитнес-зал	55	
207	Техническое помещение	12,47	
208	Раздевальная	32,48	
209	Зал силовой подготовки	63,68	
210	Фитостудия	39,27	
211	Видеостудия	30,52	
212	Аппаратная	12,25	
213	Раздевальная	25,12	
214	Комментаторская	25,16	
215	Служебное помещение	16,64	
216	Гимнастический зал	65	
217	Раздевальная	26,34	
218	Тренажерный зал	224,06	
219	Раздевальная	28,22	
220	Комната тренеров	19,4	
221	Служебное помещение	11,94	
222	Радиоузел	13,67	
223	Комната обслуживающего персонала	19,77	
224	Подсобное помещение	28,43	

Функциональные связи между комплексами осуществляются посредством горизонтальных коммуникаций - коридоров, запроектированных согласно правилам пожарной безопасности и условиям эвакуации. Посредством вертикальных коммуникаций - лестниц, организована связь между первым, вторым и третьим этажами здания.

На двух верхних этажа здания предусмотрено размещение учебно-тренировочного комплекса, пресс-центра, помещений телевидения и радио.

Расчет площадей основных помещений теннисного центра и количества санитарных приборов произведен по СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы». Расчет количества санитарных приборов представлен в табл.1.3.4.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

## Определение количества санитарных приборов на первом этаже

Таблица 1.3.4

№	Наименование прибора	Количество на единицу	Общее количество
1	2	3	4
<b>Для зрителей</b>			
1	Унитазы в женском санузле, в том числе для инвалидов	1 на 40 женщин	$1069:40=27,$ $94:40=3$
2	Унитазы в мужском санузле, в том числе для инвалидов	1 на 330 мужчин	$1161:330=4,$ $94:66=2$
3	Писсуары	1 на 66 мужчин	$1161:66=18$
4	Умывальники в женском санузле	1 на 4 унитаза	$27:4=7$
5	Умывальники в мужском санузле	1 на 8 приборов	$(4+18):8=3$
<b>Для занимающихся</b>			
6	Душевые	1 сетка на 15 мест для	$83:15=6$
7	Унитазы в женском санузле	1 на 30 мест для переодевания	$40:30=2$
8	Унитазы в мужском санузле	1 на 135 мест для переодевания	$43:135=1$
9	Писсуары	1 на 45 мест для переодевания	$43:45=1$
10	Умывальники в женском санузле	1 на 30 мест для переодевания	$40:30=2$
11	Умывальники в мужском санузле	1 на 30 мест для переодевания	$43:30=2$

Инд. №	Подп. и дата
Инд. №	Подп. и дата
Взам. инв.	Подп. и дата
Инд. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата
----	------	----------	---	-------	----	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.



Реализованное архитектурное решение крытого теннисного корта определяется в первую очередь его функционально-технологическим назначением – спортивно-демонстрационный комплекс: зал со спортивной ареной является выдающимся объемом здания, сводчатое покрытие которого воплощает тему «натянутой стрелы» и создает у наблюдателя эмоциональное впечатление экспрессии, напряженности, силы. Окружающие зрелищный зал объемы имеют переменную, плавно возрастающую высоту, что на языке архитектуры означает стремление к новым вершинам.

Проектируемое здание решено в функционально-конструктивной пластике, иными словами характер архитектурной пластики объема здания правдиво отражает закономерности структуры внутреннего пространства и дает реалистичное представление об объемном и конструктивном решении. Крытый теннисный корт, являясь композиционным центром проектируемого микрорайона, создает в ткани города информационно интегрированное пространство, то есть выступает прямым носителем информации о себе и опосредованным ориентиром расположения окружающих сооружений.

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

## 1.4 Конструктивное решение

Проектируемый крытый теннисный корт разработан в двух конструктивных системах: каркасной системе зрительного и тренировочного залов и комбинированной конструктивной системе комплексов помещений жизнеобеспечения учреждения, которая, в соответствии с примененными видами вертикальных несущих конструкций (колонны и стены), может быть обозначена как каркасно-оболочковая или с неполным каркасом.

Горизонтальными несущими конструкциями принятой каркасной системы являются сегментные металлодеревянные фермы (перекрытия) и клефанерные плиты покрытия. Эти конструкции воспринимают приходящиеся на них вертикальные и горизонтальные нагрузки и передают их на вертикальные несущие конструкции - монолитные железобетонные колонны сечением 500x500мм, высотой 15м, установленные с шагом 6м вдоль пролета в 36м, которые в свою очередь передают эти нагрузки через фундаменты основанию.

Горизонтальными несущими конструкциями каркасно-оболочковой системы являются многопустотные железобетонные плиты типа 5ПК. Эти плиты воспринимают приходящиеся на них вертикальные и горизонтальные нагрузки и передают их на вертикальные несущие конструкции, в качестве которых с наружной стороны здания выступают кирпичные стены, а с внутренней - монолитные железобетонные колонны сечением 400x400мм высотой от 5,8 до 13,3м, расположенные с шагом 6м.

В месте перепада высот и стыка конструктивных систем устроены деформационные швы со смещением осей двух несущих элементов (колонн) на 0,95м. Перекрытием деформационных швов служат монолитные железобетонные плиты.

В связи с незначительным превышением в железобетонном каркасе (отсеки А-Б,3-21; Ж-К, 3-21) нормативного размера температурного блока ( $77 > 72$ м) возникает необходимость проведения поверочного расчета прочности конструкций. На основании полученного результата могут быть приняты следующие конструктивные решения:

- Установка более прочных крайних колонн (по осям 3, 21) по сравнению с промежуточными колоннами;
- Шарнирное сопряжение ригелей по осям Б, Ж ,шага 20-21 с колоннами (ось 21);
- Установка второго ряда колонн по оси 19.

Детальная информация о принятых конструкциях сообщается в следующих разделах.

Инт. №	Инт. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

### 1.4.1 Фундаменты

В соответствии с принятыми конструктивными системами здания, для передачи нагрузок основанию под колонны устраиваются монолитные железобетонные фундаменты, устанавливаемые в продольных деформационных швах. Глубина заложения фундаментов - 2,7м. Плановые размеры фундамента конструктивно приняты таким образом, чтобы в подколоннике разместились два стакана с расстоянием в осях, равным сумме полуширин стволов колонн ( $200+250=450\text{мм}$ ) и принятой вставки деформационного шва (500мм) и сохранилась кратность всех продольных размеров 300мм. Фундамент развивается в направлении пролета.

- Первая подошвенная ступень -  $4200 \times 3300 \times 300$ ;
- Вторая подошвенная ступень -  $3000 \times 2100 \times 300$ ;
- Площадь сечения подколонника -  $2100 \times 1200$ .

Фундаменты под кирпичные стены здания - ленточные монолитные железобетонные, с размерами подошвы  $1400 \times 300\text{мм}$ . Для устройства фундаментов применяется бетон класса В15.

Для защиты этажных стен и помещений подвала от капиллярного проникания грунтовой влаги обязательно устройство горизонтального и вертикального гидроизоляционного слоя:

- Обмазочной гидроизоляции вертикальных поверхностей, соприкасающихся с грунтом стен;
- Горизонтальной гидроизоляции в виде включения прослойки жирного цементного раствора в состав подстилающего слоя пола подвала;

По периметру всего здания устраивается водонепроницаемая отмостка 1м с уклоном 3%, служащая для отвода поверхностных вод от здания.

### 1.4.2 Колонны

В качестве вертикальных несущих конструкций каркасной системы приняты монолитные железобетонные колонны сечением  $500 \times 500\text{мм}$ , высотой 15м, установленные с шагом 6м вдоль пролета в 36м.

Несущими конструкциями каркасно-оболочковой системы являются монолитные железобетонные колонны сечением  $400 \times 400\text{мм}$ , высотой от 5,8 до 13,3м, установленные с шагом 6м вдоль пролета в 12м. Крайние колонны одноконсольные, средние - двухконсольные. Колонны соединяются с ригелем путем опирания последнего на скрытую консоль.

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

### 4.3 Несущие конструкции перекрытия и покрытия

Несущими конструкциями перекрытия принятой каркасной системы являются сегментные металлодеревянные фермы, покрытия - клефанерные утепленные плиты шириной 990мм, длиной 5980мм.

Несущие конструкции перекрытия и покрытия системы с неполным каркасом - многопустотные железобетонные плиты типа 5ПК шириной 990, 1190 и 1490мм, длиной 11980мм, толщиной 260мм с круглыми пустотами диаметром 180мм и железобетонные ригели высотой 450мм, длиной 5540мм.

#### 1.4.4 Стены и перегородки

Все наружные стены выполнены из силикатного кирпича марки М100 на растворе марки М50 по схеме многослойной кладки с гибкими связями толщиной 250 мм. В качестве утеплителя используются минераловатные плиты Rockwool Кавити Баттс толщиной 120 мм. Для фасадного ряда кладки применен лицевой кирпич, укладываемый в перевязку с кирпичом основного слоя.

Внутренние перегородки выполняются из силикатного кирпича марки М75 на растворе марки М25.

#### 1.4.5 Кровля

В качестве покрытия зрительного зала применены клефанерные утепленные плиты, которые защищены одним слоем гидроизоляции, нанесенным заводом-изготовителем. Для обеспечения водонепроницаемости стыков необходимо устройство основного кровельного слоя из наплавляемого рулонного материала.

Структура кровли устраиваемой на многопустотные железобетонные плиты приведена ниже:

- Техноэласт ЭКП;
- Техноэласт ЭПП;
- Цементно-песчаная стяжка, 30мм;
- Пенобетон для уклона;
- Минераловатные плиты Rockwool Roofbatts, 150мм;
- Пароизоляция 1 слой техноэласта ЭПП;
- Многопустотная плита 5ПК.

Инв. №	Подп. и дата	Изн. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Инв. №	Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист

## 1.4.6 Окна и навесной фасад

Алюминиевые окна используются в качестве светопрозрачных конструкций проектируемого здания. К достоинствам алюминиевых коробок и переплетов можно отнести их легкость, прочность, теплоизоляционные свойства, неподверженность коррозии.

Коробка и переплеты оконного блока сконструированы из полых замкнутых профилей, образующих трехкамерное поперечное сечение его конструкции, что обеспечивает высокую прочность, статическую надежность и хорошую теплоизоляцию. Средняя большая камера предназначена для выравнивания ветрового давления. В двух крайних - установлены изолирующие термомостики из полимерных материалов, прерывающие тепловой поток, обеспечивая теплоизоляцию конструкции.

Размеры и расположение окон определены исходя из требуемого уровня освещенности, а также в соответствии с принятым архитектурно-художественным решением.

Для эстетически выразительной облицовки фасадных плоскостей демонстрационного зала используется структурная система из алюминиевых профилей и стеклопакетов. Система состоит из стеклопакетов, вертикальных и горизонтальных импостов, создающих вертикальные поверхности.

## 1.4.7 Двери

Входные двери крытого теннисного корта запроектированы стеклянными, что обеспечивает естественное освещение тамбуров и вестибюлей. Зрительная привлекательность дверей создается узостью видимых сторон алюминиевых обвязок. Размеры двухпольных дверей главных входов 1500x2400мм. Двери административных входов и входов в тренировочный комплекс - однопольные, размерами 900x2400мм.

Внутренние двери имеют глухую деревянную конструкцию и следующие габариты:

- Однопольные 800x2100мм - административные, служебные, санитарно-гигиенические помещения;
- Двупольные 1500x2100мм - двери лестничных клеток, входы в тренировочные залы и зал пресс-конференций;
- Двупольные 1900x2100мм - двери входов в зрительный зал.

## 1.4.8 Полы

Принятые в проекте конструкции полов артикулированы функциональным назначением отдельных помещений. Для этой цели все замкнутые пространства теннисного комплекса условно разделены на 5 категорий:

- 1-коридоры, фойе, гардеробные;
- 2-санитарно-гигиенические и технические помещения;
- 3-спортивная арена;
- 4-административные, служебные кабинеты;
- 5-тренировочные залы.

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

В качестве покрытия зрелищного корта выбрана конструкция Taraflex – теннисное покрытие для закрытых помещений. Это покрытие отличается средней скоростью мяча, стабильный отскок. Оригинальная структура позволяет «закручивать» мячи, равномерно распределяет точечную нагрузку по всей площади. Игра на таком корте комфортна, исключает травмы спортсменов. По характеру и скорости отскока аналогичен грунтовому корту, но практически не требует ухода.

**Верхний материал покрытия – Taraflex Tennis ATP**, одобрен Международной теннисной федерацией (ITF) для проведения теннисных турниров серии ATP. Taraflex Tennis ATP имеет высокий коэффициент трения, что замедляет отскок мяча и способствует более зрелищной игре. Taraflex Tennis ATP обеспечивает высокопрофессиональный уровень тренировок и соревнований высокого уровня. Толщина - 7,4мм.

Проектом одобрена следующая технология укладки спортивного ПВХ-покрытия. Покрытие крепится к основанию при помощи съемного двустороннего монтажного скотча. Съемные рулонные покрытия дают возможность всего за 10-20мин. переоборудовать, например, теннисный корт в баскетбольную площадку или зал для настольного тенниса. Уникальная система стыка полотнищ на липком слое с высокой прочностью на излом и разрыв позволяет продлевать эту операцию многократно. Укладка спортивного рулонного покрытия производится на подготовленное основание согласно ТУ. Основанием служит несущая бетонная плита, выполненная по технологии Дунарас. Плита рассчитана, с учетом гидроизоляции и армирования на толщину 15см для использования под спортивные покрытия. Технологические операции: вакуумирование, затирка, шлифовка бетона. Вакуумная обработка обеспечивает снижение содержания воды и воздуха в бетоне, улучшает соотношение вода : цемент, поднимает более крупный наполнитель к поверхности, увеличивая прочность бетона на 50% . Таким образом уменьшаются сроки созревания бетона с 28 до 15 дней.

#### 1.4.9 Наружная отделка фасада

Для отделки проектируемого здания планируется применять высококачественную штукатурку стен декоративным раствором с прорезными рустами. Цоколь облицовывается декоративным камнем светлого цвета.

#### 1.4.10 Внутренняя отделка помещений

Внутренняя отделка административных, служебных и зальных помещений выполняется по индивидуальным проектам.

Потолки рабочих кабинетов окрашиваются вододисперсионной краской, подготовленные стены оклеиваются флизелиновыми обоями и окрашиваются.

Отделка санитарно-гигиенических помещений подразумевает устройство алюминиевых подвесных потолков и облицовку стен керамической плиткой.

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Подп.	Подп.	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

### 1.4.11 Водоснабжение и канализация

Водоснабжение и канализация крытого теннисного корта осуществляется из городской магистральной водопроводной и канализационной сети. Система водоснабжения принята по кольцевой схеме, что обеспечивает бесперебойную подачу воды при возникновении пожара.

### 1.4.12 Электроснабжение и освещение

Электроснабжение осуществляется от трансформаторной подстанции. Для специальных нужд используется напряжение 380В, для освещения - 220В. Внутреннее освещение осуществляется от четырехпроводной сети переменного тока с глухим заземлением нейтрали.

### 1.4.13 Слаботочные сети

Телефонизация осуществляется от телефонной станции через телефонный шкаф. Ввод кабеля предусматривается через телефонный колодец. Радиофикация здания предусматривается от городской сети трехпрограммного радиовещания. Ввод в объект осуществляется с воздушных радиосеток.

### 1.4.14 Противопожарные мероприятия

В целях пожарной профилактики предприняты следующие мероприятия:

- Прокладка электропроводки осуществляется в соответствии с требованиями пожарной безопасности;
- Все запроектированные конструкции соответствуют минимальному пределу огнестойкости 0,75 часа. Все деревянные конструкции защищены от возгорания с помощью огнезащитного покрытия «Вупротек-2». Расход жидкого состава в количестве 600 г/м<sup>2</sup> обеспечивает 1 группу эффективности;
- В помещениях комплекса запрещено курение и применение открытого огня.

Проектом предусмотрена комплексная система пожарной безопасности, которая включает в себя систему пожарной сигнализации и оповещения о пожаре и системы внутреннего и наружного пожаротушения.

Оповещение о пожаре происходит с помощью пожарных дымовых извещателей типа Smoke alam. Принцип действия прибора основан на периодическом контроле плотности воздуха окружающей среды. В случае задымления помещения плотность воздуха увеличивается, и прибор начинает издавать звуковой сигнал тревоги.

Дымовые извещатели устанавливаются на потолке в центре помещения.

Внутреннее пожаротушение предусматривается от организованных пожарных щитов, устанавливаемых внутри здания согласно нормативам.

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Подп.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Наружное пожаротушение осуществляется от пожарных гидрантов, расположенных на близлежащей территории.

Коридоры и лестничные клетки снабжены аварийным освещением.

Безопасная эвакуация людей обеспечена устройством необходимого количества выходов из условия 0,6м эвакуационного проема на 100чел. ( $22,3 \times 0,6 = 13,4\text{м}$  - суммарная ширина выходов из зрительного зала).

### 1.4.15 Теплотехнический расчет наружной стены

#### Введение:

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 53.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

#### Исходные данные:

Район строительства: Нижний Новгород

Относительная влажность воздуха:  $\varphi_{\text{в}} = 55\%$

Тип здания или помещения: Общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

#### Расчет:

Согласно таблицы 1 СП 53.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания  $t_{\text{int}} = 20^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $\varphi_{\text{int}} = 55\%$  влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{о}}^{\text{тp}}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

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

где  $a$  и  $b$  - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида - наружные стены и типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов  $a = 0.0003; b = 1.2$

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП,  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$  по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

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

где  $t_{\text{в}}$  - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  принимаемые по таблице 1 СП 131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного

Интв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	Интв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист



воздуха не более 8 °С для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

$$t_{\text{ов}} = -4.1 \text{ °С}$$

$z_{\text{от}}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

$$z_{\text{от}} = 215 \text{ сут.}$$

Тогда:

$$G_{\text{СОП}} = (20 - (-4.1)) \cdot 215 = 5181.5 \text{ °С} \cdot \text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи  $R_{\text{о}}^{\text{тп}}$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$ ).

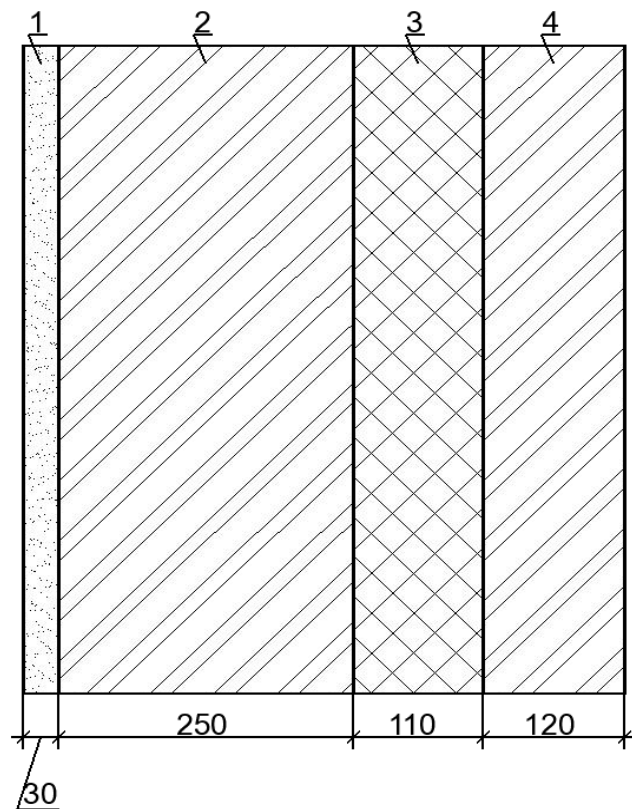
$$R_{\text{о}}^{\text{норм}} = 0.0003 \cdot 5181.5 + 1.2 = 2.75 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

Поскольку город Нижний Новгород относится к зоне влажности - нормальной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке:

Инв. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Инв. №	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.



1. Раствор цементно-песчаный, толщина  $\delta_1=0.03\text{мм}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б1}=0.93\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$

2. Кладка из глиняного кирпича обыкновенного (ГОСТ 530) на ц.-п. р-ре, толщина  $\delta_2=0.25\text{мм}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б2}=0.81\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$

3. ROCKWOOL КАВИТИ БАТТС, толщина  $\delta_3=0.11\text{мм}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б3}=0.04\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$

4. ROCKWOOL КАВИТИ БАТТС, толщина  $\delta_4=0.12\text{мм}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б4}=0.52\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{усл}}$ , ( $\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$ ) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012:

$$R_0^{\text{усл}} = 1/\alpha_{\text{int}} + \delta_1/\lambda_{Б1} + \delta_2/\lambda_{Б2} + \delta_3/\lambda_{Б3} + \delta_4/\lambda_{Б4} + 1/\alpha_{\text{ext}}$$

где  $\alpha_{\text{int}}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{С})$ , принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012

$$\alpha_{\text{int}} = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{С})$$

$\alpha_{\text{ext}}$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{С})$  - согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для наружных стен.

$$R_0^{\text{усл}} = 1/8.7 + 0.03/0.93 + 0.25/0.81 + 0.11/0.04 + 0.12/0.52 + 1/23$$

$$R_0^{\text{усл}} = 3.48 \text{ м}^2\text{С}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$ , ( $\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$ ) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

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

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r=0.92$$

Тогда

$$R_0^{пр} = 3.48 \cdot 0.92 = 3.2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче  $R_0^{пр}$  больше требуемого  $R_0^{норм}$  ( $3.2 > 2.75$ ) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Инв. №						08.03.01.2017.532-ПЗ.						Лист	
Инв. №													
Подп. и дата													
Подп. и дата													
Взам. инв.													
Инв. №													
Подп. и дата													
Подп. и дата													
Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата							

## Список литературы

1. СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения. / Госстрой СССР. М: ЦИТП Госстроя СССР, 1989-40с.
2. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений / Госстрой России. -М: ГУПЦПП, 1997-14с.
3. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений / Госстрой СССР. М: Стройиздат, 1985-40с.
4. СНиП 23-01-99 Строительная климатология – М., Госстрой России, 2000
5. СП 31-112-2004 Физкультурно-спортивные залы, часть 1, часть 2
6. Шерешевский, И. А. Конструкции гражданских зданий: Учеб. пособие для студентов строит, специальностей вузов / И.А. Шерешевский. 3-е изд. перераб. и доп. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 2002. 168 с: ил.
7. Конструкции гражданских зданий: Учеб. для вузов / М. С. Туполев, А. Н. Попов, А. А. Попов и др.; Под ред. М. С. Туполева. 2-е изд., исправ. и доп. М.: Стройиздат, 1973 - 236 с: ил.
8. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий: Учеб. / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова. М.: Издательство АСВ, 2000 - 280 с: ил. ISBN 5-93093-043-6.

Инд. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Подп. и дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист
Инд. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Подп. и дата		Лист
Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По		Дата

**2 РАЗДЕЛ**  
**СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

## 2.1 Выбор покрытия над зрительным залом

Зрительный зал перекрывается сегментными металлодеревянными фермами. Шаг ферм 6м. По фермам укладывают клефанерные утепленные плиты покрытия.

Принятое решение может быть артикулировано указанием достоинств клееных деревянных конструкций:

- Возможность компоновки и склеивания в пакет древесины разных сортов и размеров;
- Монолитность соединений, применение малоразмерного пиломатериала;
- Маловероятность концентрации пороков древесины в смежных сечениях;
- Незначительный расход металла;
- Транспортабельность, легкость и быстрота монтажа;
- Большая несущая способность на единицу массы, высокая биологическая и химическая стойкость, а также огнестойкость.

При оценке экономической эффективности клееных деревянных конструкций в качестве главного критерия следует учитывать снижение материалоемкости зданий и сооружений, особенно экономию металла и цемента. Кроме этого лес - самовосстанавливающаяся сырьевая база, а энергозатраты на изготовления деревянных конструкций в несколько раз меньше, чем металлических и железобетонных конструкций. По сравнению с железобетоном деревянные конструкции требуют в 2 - 3 раза меньше металла и позволяют в 1,5 раза снизить трудоемкость и стоимость стройматериала.

Элементы ДК могут обладать высокой огнестойкостью. При действии огня их наружные слои обугливаются, создавая защитный слой, препятствующий дальнейшему уменьшению сечения и сохраняющей элементу несущую способность на более продолжительный срок.

Инв. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Инв. №	08.03.01.2017.532-ПЗ.				Лист
						Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата

## 2.2 Клеефанерная плита покрытия

Конструкцию плиты покрытия принята аналогичной существующим типам (серия ПКД-01-04).

Каркас плиты выполняется из трех продольных (несущих) ребер сечением 193x44мм (из досок до острожки 200x50мм) и пяти поперечных ребер (ребер жесткости) сечением 119x44мм (из досок до острожки 125x50мм). Все ребра изготавливаются из древесины сосны II-го сорта.

Обшивки запроектированы из березовой клееной фанеры повышенной водостойкости марки ФСФ сорта В/ВВ. Толщину верхней обшивки - 9мм, нижней - 8мм.

Обшивки приклеиваются к ребрам при помощи клея ФР-12 (ТУ - 05-1748-75).

Утеплитель - минераловатные плиты на синтетическом связующем (с плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>) по ГОСТ 9573-72, толщиной 80мм.

Пароизоляция - обмазочная, битумная.

Расчет клеефанерной плиты покрытия приведен в прил. А.

## 2.3 Сегментная металлодеревянная ферма

Ширина пролета  $L = 36\text{м}$ , шаг ферм -  $B = 6\text{м}$ .

Температурно-влажностные условия эксплуатации определяются по табл.1 [1] и соответствует режиму А2.

### Материалы для изготовления фермы:

- Клееные деревянные элементы - доски стандартного сортамента по ГОСТ 24454-80\*Е II-го сорта древесины сосны, клей ФРФ-50 (таб.2 [1]).
- Металлические элементы и детали узлов - сталь марки С255 по ГОСТ 27772-88 (таб.50\* [3]).
- Шпильки - горячекатаная гладкая арматура класса А-240 по ГОСТ 5781-82 и ГОСТ 380-71.
- Болты - согласно ГОСТ 7798-70\*.
- Расчет фермы приведен в прил. А.

Инт. №	Подп. и дата	Инт. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата

## Список литературы

1. СНиП II-25-80. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Деревянные конструкции. М. Стройиздат, 1982-66с.
2. СП 20.1330.2011. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция. 2011
3. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции/Госстрой СССР – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. - 96с.
4. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений Госстрой России. -М.: ГУПЦПП, 1997-14с.
5. В.Г.Миронов. Древесина - конструкционный материал. Расчет элементов цельного и клееного сечений. Вопросы и ответы: Учебное пособие. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Н.Новгород, 2004-72с.
6. Ю.В.Слицкоухов. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1986-543с.
7. В.А.Иванов. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов.3-еизд., перераб. и доп. - Киев:1981-392с.
8. Нанасова С.М. Конструкции малоэтажных жилых домов. Учебное пособие - М.: Издательство АСВ, 2004 – 128с.
9. Рюмина Е.Б. Объемно-планировочные и конструктивные решения малоэтажного жилого дома. Учебное пособие - М.: ИАСВ, 2002 - 144с.
10. «Покрытие по сегментным металлодеревянным фермам. Часть II. Сегментная металлодеревянная ферма. Статический расчет». Методические указания для выполнения курсового и дипломного проектов по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» для студентов 4-го курса направления 270100 - «Строительство» с профилем 270102 - «Промышленное и гражданское строительство» и для студентов 5-го курса по специальности 270102 – «Промышленное и гражданское строительство», Н. Новгород, издание ННГАСУ, 2007, 30с.
11. «Покрытие по сегментным металлодеревянным фермам. Часть III. Сегментная металлодеревянная ферма. Проектирование и конструктивный расчет». Методические указания для выполнения курсового и дипломного проектов по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» для студентов 4-го курса направления 270100 - «Строительство» с профилем 270102 - «Промышленное и гражданское строительство» и для студентов 5-го курса по специальности 270102 – «Промышленное и гражданское строительство», Н. Новгород, издание ННГАСУ, 2007, 30с.

Подп. и дата
Взам. инв.
Инв. №
Подп. и дата
Инв. №

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист



**3 РАЗДЕЛ**  
**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ**  
**СТРОИТЕЛЬСТВА**

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

### 3.1 Исходные данные

Согласно заданию на дипломный проект, в разделе "Технология и организация строительства" разработан проект производства работ по строительству крытого теннисного корта, располагаемого в Приокском районе г. Нижнего Новгорода.

Основанием под проектируемое здание являются суглинки. Фундаменты - столбчатые (под колонны) и ленточные (под кирпичные стены) железобетонные монолитные. Источник водо- и газоснабжения - от существующих сетей. Исходными данными для проектирования здания являются содержания предыдущих разделов.

### 3.2 Подсчет объемов работ

Определение объёмов работ производится на основании чертежей проекта, выполненного на кафедре архитектуры. Результаты подсчёта объёмов работ занесены в таблицу 3.2.1.

#### Ведомость объемов работ

Таблица 3.2.1

Наименование работ	Формула подсчета	Ед. изм.	Кол-во работ
1	2	3	4
<b>Подземная часть</b>			
<b>Земляные работы</b>			
1. Срезка грунта растительного слоя II группы бульдозером мощностью 59кВт с перемещением на расстояние до 35м	$0,15 \cdot ((61,9+10) \cdot (89,0+10))$	1000м <sup>3</sup>	1,068
2. Разработка растительного грунта I группы экскаватором прямая лопата (Э-652Б), емкостью ковша 0,8м <sup>3</sup>	по рис. 3.2.1	1000м <sup>3</sup>	11,57
3. Срезка недобора грунта II группы вручную	$1,75 \cdot 11570/100$	1000м <sup>3</sup>	0,2
4. Обратная засыпка траншей и котлованов бульдозером 29 кВт грунтом I группы с перемещением до 30м	$1,17 \cdot 621,1 + (7,08 \cdot 53,3 + 7,08 \cdot 28,8 + 5,66 \cdot 18 + 5,66 \cdot 36) \cdot 2$	1000м <sup>3</sup>	2,50
5. Уплотнение грунта I группы пневматическими трамбовками		100м <sup>3</sup>	25,03

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Инв. №  
Подп. и дата  
Подп. и дата  
Инв. №  
Взам. инв.  
Подп. и дата  
Подп. и дата  
Инв. №

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

**Фундаменты и стены подвала**

6. Устройство монолитных железобетонных фундаментов под колоны объемом (9,18м³) до 10м³ из бетона В15	28·9,18	100м³	2,57
7. Устройство монолитных железобетонных фундаментов объемом более 25м³ под наружные кирпичные стены	(62,54·2+88,62·2)·(1,5·0,3+2,4·0,5)	100м³	4,99
8. Устройство монолитных железобетонных фундаментов объемом более 25м³ под внутренние кирпичные стены	(62,54+9·5+3,52·3+35,5·2+11,6+1,8)·(1,5·3+2,4·0,4)	100м³	11,06
9. Устройство ж/б фундаментных балок	0,18·4,8·6	100м³	0,052
10. Устройство стен подвала высотой (2,7м) до 3м, толщиной до 500мм	18·12,63·0,5+2·11,28·0,5	100м³	0,87
<b>Лестницы</b>			
11. Установка лестничных маршей при наибольшей массе монтажного элемента (3,035т) до 5т		100шт.	0,02
12. Установка лестничных площадок при наибольшей массе монтажного элемента (3,37т) до 5т с опиранием на стену		100шт.	0,02
<b>Полы</b>			
13. Уплотнение грунта щебнем	682,08+595,54·2+294,17	100м²	21,67
14. Устройство подстилающего бетонного слоя толщиной 80мм	0,08·(682,08+595,54·2+294,17)	м³	125,74
15. Устройство покрытия на цементном растворе из одноцветных керамических плиток		100м²	21,67
<b>Надземная часть</b>			
<b>Колонны, стены и перегородки</b>			
16. Устройство ж/б колонн в металлической опалубке	28·0,25·16,1+2·14·0,16·14,4+0,16·(11,9+11,	100м³	2,17

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Инв. № Подп. и дата Подп. и дата Подп. и дата Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

	5+11+10,6+10,1+9,6+9,2+8,7++8,2+7,7+7,4+6,8+6,4++6,1)·2		
17. Устройство ригелей гражданских зданий в металлической опалубке	58·5,6·(0,4·0,5)	100м <sup>3</sup>	0,65
18. Кирпичная кладка наружных стен средней сложности при высоте этажа (4,8м) свыше 4м	(576,476+860,46+1290,5+1032,53-8·5,4-4·2,7-2·2,4--2,25·143)·0,51+(342,84+498,162)·0,38=1723,5+319,58	1м <sup>3</sup>	2043,08
19. Кирпичная кладка внутренних стен при высоте этажа (4,8м) свыше 4м	254,24+377,09+828,68	1м <sup>3</sup>	1460,01
20. Кладка перегородок из кирпича неармированных толщиной в ½ кирпича		100м <sup>2</sup>	50,71
<b>Перекрытия и покрытия</b>			
21. Монтаж многопустотных железобетонных плит перекрытия 12х1,5м, площадью 18м <sup>2</sup>	118+129+75+53	100шт.	3,75
22. Монтаж многопустотных железобетонных плит перекрытия 12х1,2м, площадью 14,4м <sup>2</sup>	3+3+3+3	100шт.	0,12
23. Монтаж многопустотных железобетонных плит перекрытия 9х1,5м, площадью 13,5м <sup>2</sup>	5+5+5+11	100шт.	0,26
24. Монтаж многопустотных железобетонных плит перекрытия 6х1,5м, площадью 9м <sup>2</sup>	24+24+24	100шт.	0,72
25. Монтаж многопустотных железобетонных плит перекрытия 6х1,0м, площадью 6м <sup>2</sup>	1+1+1	100шт.	0,03
26. Монтаж многопустотных железобетонных плит перекрытия 3х1,5м, площадью 4,5м <sup>2</sup>	4+4+4+4	100шт.	0,016
В том числе межколонных		100шт	0,58
27. Устройство монолитных участков	39,59+39,59+27,83+24,32	100м <sup>3</sup>	1,31
28. Укрупнительная сборка и монтаж стропильных сегментных		1шт.	14

Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

металлодеревянных ферм пролетом 36м			
29. Укрупнительная сборка и монтаж торцевого фонарного блока		1 блок	2
30. Укрупнительная сборка и монтаж рядового фонарного блока		1 блок	4
31. Укладка клефанерных утепленных плит покрытия длиной 6м, площадью (6м <sup>2</sup> ) до 10м <sup>2</sup>		1 шт.	525
<b>Кровля</b>			
32. Устройство пароизоляции		100м <sup>2</sup>	26,02
33. Устройство выравнивающей цементно-песчаной стяжки толщиной 30мм		100м <sup>2</sup>	26,02
34. Утепление кровли плитами Rockwool Roofbatts, толщиной 150		100м <sup>2</sup>	26,02
35. Устройство плоской кровли из 2 слоев наплавляемых материалов		100м <sup>2</sup>	26,02
36. Устройство примыкания рулонной кровли к парапету высотой более 600мм с одним фартуком		100м	4,82
37. Устройство скатной кровли из 1 слоя рулонного материала		100м <sup>2</sup>	31,5
<b>Полы</b>			
38. Уплотнение грунта щебнем	648,0+216,12+607,67 + +237,73	100м <sup>2</sup>	17,09
39. Устройство песчаного подстилающего слоя	(648,0+216,12+607,67 +237,73)·0,2	1м <sup>3</sup>	341,9
40. Устройство бетонной подготовки	(648,0+216,12+607,67 +237,73)·0,2	1м <sup>3</sup>	341,9
41. Устройство 1 слоя оклеечной гидроизоляции	648,0+216,12+607,67 +237,73	100м <sup>2</sup>	17,09
42. Устройство монолитной бетонной плиты толщиной 150мм методом вакуумирования		100м <sup>2</sup>	6,48
43. Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50мм	216,12+607,67+237,7 3	100м <sup>2</sup>	10,62
44. Укладка спортивного		100м <sup>2</sup>	6,48

Инва. №	Инва. №	Инва. №	Инва. №	Инва. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

покрытия Taraflex Tennis ATP			
45. Укладка спортивного покрытия DD Linopol Sport	216,12+607,67+237,73	100м <sup>2</sup>	10,62
46. Устройство засыпной песчаной тепло- звукоизоляции	(298,58+83,0+61,55)·0,07	1м <sup>3</sup>	31,02
47. Устройство напольного покрытия из многоцветных керамических плиток на цементном растворе	298,58+83,0+61,55	100м <sup>2</sup>	4,43
48. Устройство мозаичного покрытия террасо	1850,61+460,59+350,97	100м <sup>2</sup>	26,62
49. Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 55мм	1850,61+460,59+350,97	100м <sup>2</sup>	26,62
50. Устройство засыпной песчаной тепло- звукоизоляции	0,026·(485,43+413,04+423,06)	1м <sup>3</sup>	34,36
51. Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 30мм	485,43+413,04+423,06	100м <sup>2</sup>	13,22
52. Устройство покрытия из паркетных досок	485,43+413,04+423,06	100м <sup>2</sup>	13,22
53. Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 60мм	77,69+89,95+89,87+224,06+55+65+224,06	100м <sup>2</sup>	8,26
54. Устройство универсального напольного покрытия Taraflex Actionsport 50	77,69+89,95+89,87+224,06+55+65	100м <sup>2</sup>	6,02
55. Устройство универсального напольного покрытия Taraflex Surface		100м <sup>2</sup>	2,24
56. Устройство тепло-звукоизоляции		1м <sup>3</sup>	71,16
57. Устройство покрытия из ковролина		100м <sup>2</sup>	10,17
<b>Лестницы и трибуны</b>			
58. Установка лестничных маршей при наибольшей массе монтажного элемента (2,69т) до 5т с опиранием на стену	3·4	100шт.	0,12
59. Установка лестничных площадок при наибольшей массе монтажного элемента (3,7т) до 5т с опиранием на стену	3·5	100шт.	0,15
60. Устройство трибун		100м <sup>3</sup>	6,44

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

<b>Окна и двери</b>			
61. Укладка перемычек массой до 0,7т	$((19+12+13+17)+(7+3+21+13)+(4+11+21))+ (4+4+4+2) \cdot 2+1+10+127$	100шт.	3,07
62. Монтаж оконных блоков из алюминиевых многокамерных профилей с герметичными стеклопакетами	$((19+12+13+17)+(7+3+21+13)+(4+11+21)) \cdot 2,25$	100м <sup>2</sup>	3,17
63. Остекление фонаря профилированным стеклом	$14,06 \cdot 2+48,39 \cdot 2$	1м <sup>2</sup>	124,9
64. Монтаж входных дверных систем IW 63	$(4 \cdot 1,8 \cdot 3+4 \cdot 1,8 \cdot 3+4 \cdot 0,9 \cdot 3+2 \cdot 0,8 \cdot 3) \cdot 2+1,5 \cdot 3$	1м <sup>2</sup>	122,1
65. Установка блоков во внутренних дверных проемах площадью (3,6м <sup>2</sup> ) более 3м <sup>2</sup>	$10 \cdot 1,8 \cdot 2$	100м <sup>2</sup>	0,36
66. Установка блоков во внутренних дверных проемах площадью менее 3м <sup>2</sup>	$138,6+50,4+60$	100м <sup>2</sup>	2,49
<b>Внутренняя отделка</b>			
67. Облицовка керамической плиткой санитарно-гигиенических помещений	$844,648+413,4+425,52$	100м <sup>2</sup>	16,84
68. Облицовка потолков санитарно-гигиенических помещений плитками типа Акмигран		100м <sup>2</sup>	4,43
69. Высококачественное оштукатуривание потолков цементно-известковым раствором по бетону		100м <sup>2</sup>	57,07
70. Улучшенная окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами по штукатурке потолков		100м <sup>2</sup>	57,07
71. Оклейка тиснеными обоями стен по монолитной штукатурке	$1274,118+930,66+818,79$	100м <sup>2</sup>	30,24
72. Улучшенное оштукатуривание стен цементно-известковым раствором по камню	$(2488,034+1226,28+1276,224)+(5309,648+1194,306+1457,38)+30,24=4990,538+7961,336+30,24$	100м <sup>2</sup>	156,76
73. Улучшенная окраска стен масляными составами	$(2488,034+1226,28+1276,224)+(5309,64$	100м <sup>2</sup>	129,52

Инд. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

(коридоры+спортивные залы и раздевалные)	$8+1194,306+1457,38$ $=4990,538+7961,336$		
74. Облицовка потолков алюминиевыми плитами по деревянному каркасу при отnose 6см	$35,62 \cdot 53,12 + 5,61 \cdot 35,62 + 35,62 \cdot 17,055$	100м <sup>2</sup>	26,99
<b>Наружная отделка</b>			
75. Высококачественная штукатурка декоративным раствором по камню стен с прорезными рустами	$576,476 + 860,46 + 1290,5 + 1032,53 - 8 \cdot 5,4 - 4 \cdot 2,7 - 2 \cdot 2,4 - 2,25 \cdot 143$	100м <sup>2</sup>	33,79
76. Монтаж навесного вентилируемого фасада	$342,84 + 498,162$	100м <sup>2</sup>	8,41
77. Установка козырьков над входными площадками	$8,1 + 45,26 + 8,1 + 15,66 + 45,26 + 5,4 + 8,1 + 96,17$	100м <sup>2</sup>	2,32
78. Устройство крылец с входной площадкой	$21,58 + 11,18 \cdot 2 + 2,2 \cdot 3 + 1,4 + 4,2$	100м <sup>3</sup>	0,56
79. Облицовка поверхностей крылец полированными фасонными мраморными камнями		100м <sup>2</sup>	1,83
80. Установка лестничных маршей лестницы на крышу		100шт.	0,03
81. Установка лестничных площадок лестницы на крышу		100шт.	0,02
82. Устройство корыта под отмотку	$(21,37 \cdot 2 + 24,4 + 3,08 + 2,4 + 8,4 + 20,3 + 62,54 + 24,5 + 8,45 \cdot 2 + 18,5) \cdot (0,18 + 0,1) / 2$	100м <sup>3</sup>	0,31
83. Устройство основания под отмотку из щебня, толщиной 100мм	$(21,37 \cdot 2 + 24,4 + 3,08 + 2,4 + 8,4 + 20,3 + 62,54 + 24,5 + 8,45 \cdot 2 + 18,5) \cdot 0,1$	1м <sup>3</sup>	22,4
84. Устройство отмотки из асфальтобетонной смеси, толщиной 30мм	$21,37 \cdot 2 + 24,4 + 3,08 + 2,4 + 8,4 + 20,3 + 62,54 + 24,5 + 8,45 \cdot 2 + 18,5$	100м <sup>2</sup>	2,24

Инва. №	Инва. №	Инва. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата



### 3.3 Выбор методов производства основных строительного-монтажных работ

#### 3.3.1 Выбор основных строительных машин

Выбор крана произведен в соответствии с объемно-планировочными и конструктивными характеристиками здания (размерами, габаритами и массами отдельных сборных конструкции), условиями укрупнения и подачи на монтаж, объемами монтажных работ и сроками их выполнения.

Для выбора стрелового самоходного крана определены требуемые основные рабочие параметры: грузоподъемность ( $Q_{кр}^{тр}$ ), высота подъема ( $H_{кр}^{тр}$ ) и вылет ( $L_{кр}^{тр}$ ) крюка и длина стрелы ( $l_{стр}$ ).

Требуемые рабочие параметры определяем при наименьшем допустимом вылете стрелы для тех конструкций, которые могут оказать наибольшее влияние на выбор грузоподъемности крана (сегментная ферма покрытия, фонарная конструкция, клефанерная плита покрытия, железобетонная многопустотная плита покрытия).

Требуемые параметры крана при монтаже многопустотной плиты определяем по формулам:

Грузоподъемность:

$$Q_{кр}^{тр} = q_3 + q_t,$$

$q_3 = 6,36т$  – масса наиболее тяжелой плиты;

$q_t = 0,153т$  – масса грузозахватного устройства (Строп четырехветвевой, ВНИПИ Промстальконструкция 4СК-10/4000);

$$Q_{кр}^{тр} = 6,36 + 0,153 = 6,513т.$$

Требуемая высота подъема крюка:

$$H_{кр}^{мп} = h_0 + h_3 + h_3 + h_c,$$

$h_0 = 13,8м$  – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана;

$h_3 = 1м$  – запас по высоте;

$h_3 = 0,26м$  – высота монтируемой плиты;

$h_c = 5,25м$  – высота строповки;

$$H_{кр}^{тр} = 13,8 + 1,0 + 0,26 + 5,25 = 20,31м.$$

Требуемый вылет крюка:

$$L_{кр}^{тр} = a + c,$$

$a = 4,5м$  - минимальное расстояние от оси вращения крана до наружной ближайшей грани стены;

$c = 6,32м$  - расстояние от наружной грани стены до центра тяжести наиболее удаленного от крана элемента;

$$L_{кр}^{тр} = 4,5 + 6,32 = 10,82м.$$

Требуемые параметры крана при монтаже деревянных конструкций определены геометрическим методом и представлены на рис. 3.3.1.

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

Монтаж стропильных ферм с фанерным	
Свр.	8,3 т
Нпр.	27,9 м
Спр.	9,8 м

Монтаж клефанерной плиты покрытия	
Свр.	0,34 т
Нпр.	30,1 м
Спр.	13,7 м

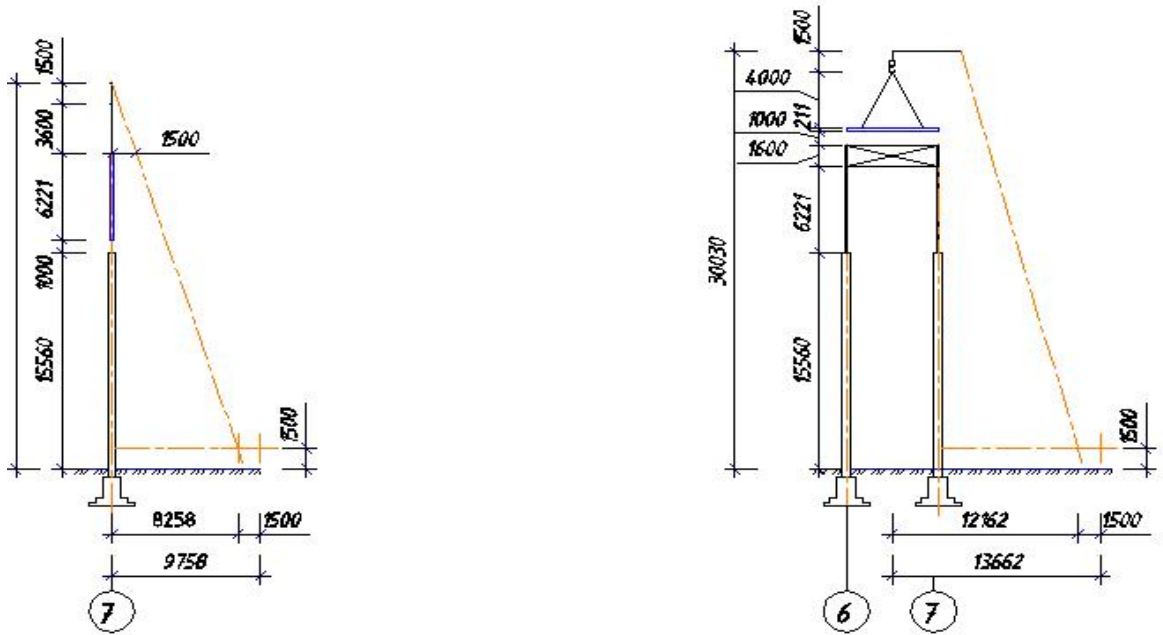


Рис. 3.3.1 Требуемые параметры крана при монтаже деревянных конструкций покрытия

По определенным выше требуемым параметрам крана принимаем стреловой кран Liebherr LTM1045, грузовые характеристики которого представлены на рис.3.3.2.

Инв. №	Подп. и дата	Ивл. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

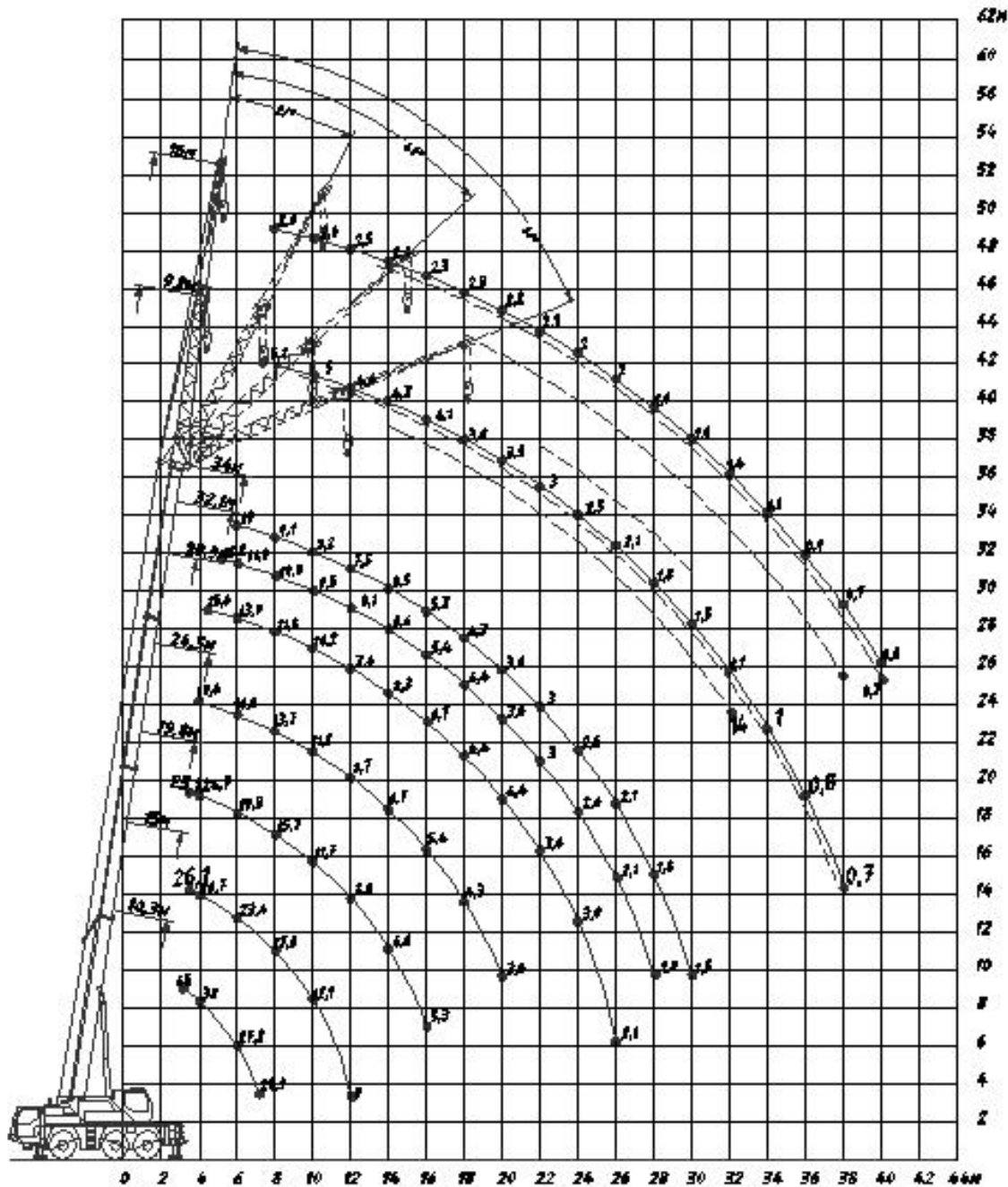


Рис. 3.3.2 Грузовые характеристики крана Liebherr LTM1045

Инв. №	Подп. и дата	Ив. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

### 3.3.2 Выбор монтажных приспособлений и инвентаря

При монтаже элементов конструкций применяются инвентарные стропы или специальные захватные приспособления с автоматическими устройствами, позволяющими производить расстроповку из кабины крана или с рабочего места монтажника.

Для подъема сегментной металлодеревянной фермы покрытия совместно с фонарной фермой применяется балансирная траверса ТР1-10,0-7000, позволяющая исключить перенапряжения монтируемой конструкции и вырывания строповочных петель.

Монтаж клефанерных и многопустотных железобетонных плит покрытия производится с помощью четырехветвевого стропа 4СК-10/4000-ВТ.

### 3.4 Основные указания по технологии выполнения работ

#### 3.4.1 Основные указания по технологии монтажа покрытия в осях В-Е

В соответствии с реальными условиями, (на основании архитектурных чертежей) применяется продольный (по направлению развития) и комплексный (последовательности установки конструкций) метод монтажа.

Перед подъёмом стропильную ферму/стропильную ферму совместно с фонарной, собранную/собранные на передвижном стенде укрупнительной сборки, осматривают, наносят осевые риски, закрепляют предохранительный канат и оттяжки. Верхний пояс ферм во избежание смятия ребер в местах захвата стропами укрепляют металлическими накладками. Две первых с торца здания фермы (по осям 3, 5) фиксируют расчалками, которые крепят за переставные якоря. Последующие фермы крепят с помощью инвентарных распорок. Временное крепление снимают после монтажа плит покрытия. Монтаж плит покрытия ведётся одновременно с фермами. Плиты крепятся к верхним поясам ферм с помощью соединения на высокопрочных болтах.

#### 3.4.2 Основные указания по технологии выполнения кровельных работ

Кровельные работы по клефанерным плитам (устройство гидроизоляционного ковра) выполняет специализированная бригада кровельщиков под руководством мастера. К кровельным работам приступают после окончания монтажа плит покрытия. Для очистки основания от мусора и пыли используют компрессор и пылесос.

Рулонный ковер настилают вручную с разбежкой стыков в смежных слоях и нахлестыванием полотнищ на 70-100мм. Полотнища рулонного ковра настилают послойным способом.

#### 3.4.3 Основные указания по технологии выполнения каменной кладки в условиях низких температур

Проект предусматривает производство работ методом замораживания, который заключается в том, что кладка ведется так же, как летом, но на подогретом растворе. При отрицательных температурах раствор при укладке в среднем должен быть подогрет до абсолютной температуры наружного воздуха. Кирпич укладывается по однорядной системе перевязки с полным заполнением швов, а в углах и примыканиях укладывается арматура.

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №
--------------	--------------	------------	--------	--------------	--------

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата
----	------	-----------	---------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

На время оттаивания производится контроль за деформацией кладки, а при выполняются мероприятия по ее разгрузке и временному усилению.

### 3.4.4 Основные указания по технологии бетонирования в условиях низких температур и его физическое обоснование

Бетонирование трибун в зимних условиях производят с помощью метода индукционного прогрева. По наружной поверхности опалубки укладывается изолированные провода, проходя по которым переменный электрический ток создает переменное электромагнитное поле. В находящемся в этом поле металле возникают вихревые индукционные токи, нагревающие арматуру и стальную опалубку, которая отдает теплоту бетонируемой конструкции контактным путем. В качестве индуктора используются кабели и изолированные провода. Сечение проводов и число витков определяют расчетом.

### 3.5 Определение трудоемкости работ по монтажу покрытия над зрительным залом, состава звеньев и бригад

На основании объемов работ, принятых монтажные механизмы и методов производства определяем трудоемкость работ и состав звеньев по единым нормам и расценкам на строительные работы. Результаты занесены в табл. 3.5.2. Монтаж конструкций ведется в две смены комплексной бригадой. Состав комплексной бригады приведен в таблице 3.5.1.

#### Выбор состава комплексной бригады

Таблица 3.5.1

Наименование процесса	Профессия	Разряд	Количество рабочих в	
			1	2
Укрупнительная сборка стропильных и фонарных ферм	Монтажник конструкций	6	1	1
		5	1	1
		4	2	2
		3	1	1
	Машинист крана	6	1	1
Монтаж стропильных ферм	Монтажник конструкций	6	1	1
		4	3	3
		3	1	1
	Машинист крана	6	1	1
Укладка плит покрытия	Монтажник конструкций	4	1	1
		3	2	2
		2	1	1
	Машинист крана	6	1	1

Инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

Состав комплексной бригады:

Плотник	бр. - 1
Плотник	5р. - 2
Плотник	4р. - 2
Плотник	3р. - 3
Монтажник конструкций	бр. - 1
Монтажник конструкций	4р. - 3
Монтажник конструкций	3р. - 1
Машинист крана	бр. - 1
Машинист крана	5р. - 1

**Ведомость трудовых затрат**

Таблица 3.5.2

Наименование работ	Ед. измер.	Объем работ	§ЕНиР	ГЭСН	Норма времени чел.-час (маш.-час.)	Трудоемкость	
						чел.-час. (маш.-час.)	чел.-дн. (маш.-см.)
Укрупнительная сборка стропильных ферм	1 элем.	8	40-3-21	-	0,3 (0)	2,4 (0)	0,3 (0)
Укрупнительная сборка стропильных и фонарных ферм	1 элем	6	40-3-21	-	0,3 (0)	1,8 (0)	0,225 (0)
Монтаж стропильных ферм	1 элем.	8	6-9-В	-	8,4 (1,4)	67,2 (11,2)	8,4 (1,4)
Монтаж стропильных и фонарных ферм	1 элем.	6	6-9-В	-	5,4 (0,9)	32,4 (5,4)	4,05 (0,675)
Укладка плит покрытия	100 м <sup>2</sup>	31,5		09-04-002-03	45,2 (0,69)	1423,8 (21,735)	177,975 (2,717)

**3.6 График производства монтажных работ**

График составляем на основе ведомости объемов работ, подсчетов трудоемкости работ, состава комплексной бригады, выбранных методов производства монтажных работ, типа крана для монтажа сборных конструкций

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Инва. №  
Подп. и дата  
Инва. №  
Взам. инв.  
Подп. и дата  
Инва. №  
Подп. и дата

### 3.7 Календарный план производства работ

Перед составлением календарного плана были тщательно изучены технология и организация строительства проектируемого объекта. При составлении календарного плана производства работ в качестве исходных данных использовались: наименование работ, их трудоёмкость, объём, потребность машино-смен.

Численность рабочих в смену определена на основании ЕНиР. Количество смен в сутки назначено в зависимости от вида работ. С целью сокращения продолжительности строительства практически все работы ведутся в две смены.

При разработке календарного плана были учтены:

- -нормативный срок строительства;
- -технологическую последовательность выполнения работ;
- -равномерность потребности в рабочей силе;
- -соблюдение правил охраны труда и техники безопасности.

Нормативный срок строительства определен на основании Расчетных показателей для определения продолжительности строительства по формуле:

$$T_n = A_1 \cdot \lg(C) + A_2,$$

Здесь:

$A_1 = 16,77$  - нормативный коэффициент;

$A_2 = 17,68$  - нормативный коэффициент;

$C$  - стоимость строительно-монтажных работ по 9 главам сводного сметного расчета, млн. руб.

$$T_n = 16,77 \cdot \lg(2,05) \cdot 17,68 = 22,91 \text{ мес.}$$

### 3.8 График потребности рабочих

Одновременно с составлением календарного плана строится график потребности рабочих, что позволяет вносить коррективы в сроки выполнения отдельных работ. Равномерная потребность в рабочих по профессиям обеспечивается за счёт перехода бригад с одной работы на другую. Равномерное нарастание и убывание потребности в рабочих в целом по объекту достигается за счёт правильного распределения работ по срокам их выполнения, без нарушения технологической последовательности выполнения работ, которая является основным требованием календарного плана.

### 3.9 График расхода и завоза основных строительных конструкций и материалов

На основе календарного плана производства строительно-монтажных работ и ресурсной ведомости составляется график расхода и завоза основных строительных конструкций и материалов, табл. 3.9.1

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №
--------------	--------------	------------	--------	--------------	--------

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата
----	------	----------	---	-------	----	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

### 3.10 Определение потребности в основных строительных машинах

Таблица 3.10.1

Наименование и марка машин	Основная характерис- тика	Кол- во	Срок использования		Примечание
			начало	конец	
1	2	3	4	5	6
1. Бульдозер ДЗ-59	Длина отвала 2550мм	1	08.05.08 02.10.08	13.05.08 06.10.08	Срезка растительного слоя, обратная засыпка
2. Экскаватор обратная лопата ЭО-4321	Емкость ковша 0,65м <sup>3</sup>	1	13.05.08	27.05.08	Разработка грунта
3. Трамбовка ИЭ-450		2	13.05.08	27.05.08	Уплотнение грунта
4. Вибратор глубинный IRFUN65		4	29.05.08 26.11.08	02.10.08 23.03.09	Устройство ж/б. монолитных фундаментов, колонн
5. Кран Liebherr LTM 1045	Q=45т	1	24.07.08	30.04.09	Монтаж каркаса,
6. Автокран КС-3562Б	Q=10т	1	03.06.08	04.05.09	Вспомогательные и складские нужды
7. Сварочный трансформато р СТН-500	Мощность 47 кВт	1	27.05.08 25.11.08	01.10.08 23.03.09	Монтаж каркаса, электротехническ ие работы
8. Машина для наклейки рулонных материалов СО- 99	Производит ельность 250 м <sup>2</sup> /ч	1	19.09.08 08.04.09	30.09.08 18.05.09	Устройство кровли
9.Электромех анический поверхностны й вибратор ИВ-2		4	27.04.09	10.06.09	Устройство бетонных полов

Инв. № Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Взам. инв.  
 Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата
----	------	-----------	---------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист



10. Автомобильный подъёмник АПТ-50	Высота подъёма 50м, Q=300 кг	2	24.07.08	18.09.08	Монтаж покрытия
10. Краскопульт ручной С-536	Производит ельность 400 м <sup>2</sup> /ч	7	29.07.09	04.09.09	Малярные работы
11.Автобетононасос БН-1	Производит ельность 22м <sup>3</sup> /ч	1	28.05.08 24.11.08	02.10.08 01.04.09	Бетонирование фундаментов, колонн, крылец, устройство монолитной бетонной плиты
16. Сушильный агрегат УСВ-80		1	29.07.09	04.09.09	Малярные работы

### 3.11 Расчет площадей общеплощадочных складов

Расчёт площадей общеплощадочных складов выполнен по следующему алгоритму:

1. Определение суточной потребности в материалах по формуле:

$$q_c = (Q/T) \cdot k_1,$$

Здесь:

Q - общая потребность в данном виде материала;

T - число дней потребления материала;

$k_1$  - коэффициент неравномерности потребления материалов и изделий, ориентировочно равный 1,3.

2. Определение запаса материалов на складе по формуле:

$$P = q_c \cdot k_2 \cdot T_3,$$

Здесь:

$T_3$  - число дней запаса;

$k_2$  - коэффициент неравномерности поступления, для материалов, доставляемых автомобильным и железнодорожным транспортом,  $k_2=1,1$ .

3. Полезная площадь склада (без проходов) определяется по формуле:

$$F = P/V,$$

Здесь:

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

4. Расчет общей площади склада, включая проходы:

$$S = F/\beta,$$

Здесь:

$\beta$  - коэффициент использования площади склада.

Расчет площадей складов сведен в таблицу 3.11.1

Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

## Расчет площадей складов

Таблица 3.11.1

Наименование материалов	Ед. изм.	Q	T, дн.	q <sub>c</sub>	T <sub>з</sub> , дн.	P	v	F, м	β	S, м <sup>2</sup>	Вид склада
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Арматурная	т	185,11	169	1,42	12	18,74	1	18,74	0,5	37,5	навес
Элементы стропильных ферм	м <sup>3</sup>	76,68	40,5	2,46	5	13,53	1	13,53	0,4	33,83	открыт.
Клеефанерные плиты	м <sup>3</sup>	652,7	40,5	20,95	5	115,23	0,75	1536	0,5	307,27	открыт.
Кирпич	тыс.	1649,5	126	17,018	5	93,599	1,4	66,86	0,6	111,42	открыт.
Ж/б плиты	м <sup>3</sup>	332,75	31	13,95	5	76,73	0,75	102,3	0,5	204,6	открыт.
Перемычки	м <sup>3</sup>	5,56	31	0,23	5	1,28	1	1,28	0,5	2,56	открыт.
Теплоизоляцио	м <sup>3</sup>	390,3	34,5	14,7	5	80,89	1,5	53,93	0,5	107,85	навес
Рулонные	м <sup>2</sup>	9607,1	34,5	362,01	8	3185,7	440	7,24	0,5	14,48	закрыт.
Оконные блоки	м <sup>2</sup>	317,25	17	24,26	5	133,43	45	2,97	0,5	5,93	закрыт.
Дверные блоки	м <sup>2</sup>	249	11	29,43	7	226,61	44	5,15	0,5	10,3	навес
Плитка	м <sup>2</sup>	5324,2	53	130,6	8	1149,2	30	38,31	0,5	76,61	закрыт.
Паркет	м <sup>2</sup>	1374,9	10	178,74	6	1179,7	30	39,33	0,5	76,64	закрыт.
Спортивное покрытие	м <sup>2</sup>	3883,4	10,5	480,8	7	3702,2	100	37,02	0,5	74,04	закрыт.
Вентилируемый фасад	м <sup>2</sup>	841	18	60,74	8	534,5	70	7,63	0,5	15,27	закрыт.

С учетом периодов использования необходимы следующие площади складов:

Закрытый склад – 223,31м<sup>2</sup>.

Навес – 107,85.

Перечень складов, используемых при строительстве крытого теннисного корта представлен в табл. 3.11.2

Инв. № Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Взам. инв.  
 Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

## Ведомость складских помещений

Таблица 3.11.2

Наименование зданий и сооружений	Краткая конструктивная характеристика	Кол-во, шт.	Площадь здания, м <sup>2</sup>	Принятые размеры, м	Шифры типовых проектов
Навес	сборно-разборный	1	216	18x12x4,2	420-06-34
Склад материально-технический без рампы неотапливаемый	сборно-разборный	4	70,4	12x6x3	420-09-15
Открытый склад			600		

### 3.12 Расчёт потребности временных зданий для строительной площадки

Поскольку при определении максимального количества рабочих в смену необходим учет всех рабочих, занятых на общестроительных, санитарно-технических, электротехнических, особостроительных работах, а также на монтаже оборудования.

К количеству рабочих, полученному из графика производства работ, добавляются рабочие, занятые на работах не основного производства, а именно:

- на обслуживание машин – 3%;
- на работах, выполняемых за счёт накладных расходов – 15%;
- на горизонтальном транспорте строительных материалов – 3%;
- в подсобном производстве – 3%.

Итого: 34%.

Численность ИТР и служащих принимается из расчёта 1 человек на 20 человек рабочих.

Расчёт площадей инвентарных зданий  $S_{тр}$  производится по формуле:

$$S_{тр} = S_n \cdot N,$$

Здесь:

$S_n$  - нормативный показатель площади инвентарных временных зданий;

$N$  - количество работающих в наиболее многочисленную смену.

Количество рабочих, занятых в наиболее многочисленную смену - 91 человек, в день – 182 человека, с учётом рабочих вспомогательного производства количество рабочих составит:

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Инв. №      Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №      Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №      Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

- - в смену:  $91 \cdot 1,34 = 122$ чел;
- - в день:  $182 \cdot 1,34 = 244$ чел.

Принимая на 20 рабочих 1 ИТР и служащего, получим количество ИТР и служащих:

- - в смену:  $122 / 20 = 7$ чел;
- - в день:  $244 / 20 = 13$ чел.

Рассчитываем площади временных зданий:

- Бытовой блок в составе:
  - а) гардеробная:  $6 \cdot 0,1 \cdot 244 = 146,4$ м<sup>2</sup>;
  - б) душевая:  $8,2 \cdot 0,1 \cdot 0,15 \cdot 122 = 15,1$ м<sup>2</sup>;
  - в) умывальная:  $0,65 \cdot 0,1 \cdot (122 + 13) = 8,78$ м<sup>2</sup>;
  - г) сушилка:  $2 \cdot 0,1 \cdot 244 = 48,8$ м<sup>2</sup>;
- Туалеты:  $0,7 \cdot 0,1 \cdot (122 + 13) \cdot 0,7 + 14 \cdot 0,1 \cdot (122 + 13) \cdot 0,3 = 12,3$ м<sup>2</sup>;
- Помещения для обогрева рабочих и принятия пищи:  $2,5 \cdot 0,1 \cdot 122 = 30,5$ м<sup>2</sup>;
- Прорабская:  $40 \cdot 0,1 \cdot 13 = 52$ м<sup>2</sup>.

### Ведомость временных зданий и сооружений

Таблица 3.12.1

№ п/п	Наименование	Краткая конструктивная характеристика	Площадь здания, м <sup>2</sup>	Количество зданий, шт.	Принятые размеры, м	Шифры типовых проектов
1	2	3	4	5	6	7
1	Контора прораба с помещением для обогрева на 50 человек	контейнерная	76	1	12х6,9х3	420-04-46
2	Бытовой блок на 120 человек	сборно-разборный	22	1	30х9х3	420-12-01
3	Туалет	контейнерный	25	3	8х3,5х2,8	494-04-11
4	Помещение для обогрева рабочих	контейнерное	14,4	1	6х2,4х3	420-04-09
5	Помещение для обогрева рабочих	контейнерное	20	1	7,4х3х2,8	497-04-09

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

## Список литературы

1. Организация строительного производства: Методические указания для проведения практических занятий со студентами специальности 290300 “Промышленное и гражданское строительство”. Часть I. Поточные методы в строительстве. Расчеты элементов проекта производства работ / В.Н. Фомин, Д.В. Хавин, С.В. Горбунов, В.В. Ноздрин. Нижний Новгород, ННГАСУ, 1999. - 41 с.

2. Проектирование производства строительного-монтажных работ: Методические указания для курсового и дипломного проектирования по специальности 290300 “Промышленное и гражданское строительство”. Часть II. Приложения / Д.В. Хавин, В.Н. Фомин, В.В. Ноздрин. Нижний Новгород, ННГАСУ, 1999. - 42 с.

3. Организация строительного производства: Методические указания для проведения практических занятий со студентами специальности 290300 “Промышленное и гражданское строительство”. Часть II. Техническое нормирование. Сетевое моделирование в строительстве / В.Н. Фомин, Д.В. Хавин, С.В. Горбунов, В.В. Ноздрин. Нижний Новгород, ННГАСУ, 1999. - 47 с.

4. Методические указания по разработке проекта организации строительства (для курсового и дипломного проектирования по специальности 290300 “Промышленное и гражданское строительство”). Часть II. Примеры расчетов и приложения / В.Н. Фомин, Д.В. Хавин. Нижний Новгород, ННГАСУ, 1998. - 43 с.

5. Проектирование производства строительного-монтажных работ: Методические указания для курсового и дипломного проектирования по специальности 290300 “Промышленное и гражданское строительство”. Часть I. Состав проекта и методика разработки / В.Н. Фомин, Д.В. Хавин, В.В. Ноздрин. Нижний Новгород, ННГАСУ, 1999. - 46 с.

6. Фомин В.Н., Гусев Э.И., Хавин Д.В. Моделирование организации строительного производства: Учебное пособие. - Н. Новгород, Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 200.-144 с.

7. СНиП 3.01.01 - 85\*. Организация строительного производства / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. - 56 с.

8. СНиП 1.04.03 - 85\*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть I / Госстрой СССР, Госплан СССР. - М.: АПП ЦИТП, 1991. - 280 с.

9. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР.- М.: Стройиздат, 1987. - 64 с.

Инт. №	Инт. №	Взам. инв.	Подп. и дата
--------	--------	------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист

# 4 РАЗДЕЛ ОХРАНА ТРУДА

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Охрана труда – система технических, санитарно-гигиенических и правовых мероприятий, направленных на обеспечение безопасных для жизни и здоровья человека условий труда. Методами техники безопасности обеспечивается профилактика профессиональных заболеваний, нормализация среды с помощью вентиляции, улучшения освещения, снижения уровня шума. Безопасность труда учитывается при проектировании и размещении сооружений, расчетах на прочность и надежность, механизации тяжелых, трудоемких работ, организации рабочих мест. К мероприятиям по технике безопасности относятся применение предохранительных устройств, приборов, систем ограждения, заземления, сигнализации, создание нормальных условий труда. Комплекс мероприятий по охране труда включает, кроме того, подготовку и снаряжение персонала – профессиональный и медицинский отбор, обучение, инструктирование, обеспечение средствами индивидуальной защиты.

Создание безопасных условий работы и санитарно-гигиенического обслуживания рабочих-строителей с целью устранения производственного травматизма и профзаболеваний возложено на администрацию строительных организаций.

#### 4.1 Пожарная безопасность

##### 4.1.1 Правовые и организационные основы технического регулирования в области пожарной безопасности

Правовыми документами, определяющими требования пожарной безопасности, являются:

- Конституция Российской Федерации;
- федеральный закон «О техническом регулировании» от 2002 г. №184-ФЗ; - федеральный закон «О пожарной безопасности» от 1994 г. №69-ФЗ; -«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ; -«Правила пожарной безопасности в РФ» ППБ-01-03;

- ГОСТы, СНИПы и другие нормативные документы, устанавливающие требования пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации различных зданий и сооружений, а также требования к материалам и изделиям;

- Уголовный кодекс РФ.

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности:

1. Все работники при приеме на работу должны проходить противопожарный инструктаж.

2. Все работники должны ежегодно обучаться по программе пожарно-технического минимума.

3. Не реже одного раза в 6 месяцев все работники должны проходить практическую тренировку по эвакуации при пожаре.

4. В каждом подразделении на строительном объекте, заводе, учреждении приказом руководителя должен быть назначен ответственный за пожарную безопасность.

5. Нарушение правил пожарной безопасности влечет от 3 до 10 лет лишения свободы ст. 219 УК РФ; ст. 167 УК РФ - поджог (до 5 лет лишения свободы).

Подп. и дата	
Взам. инв.	
Инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №	

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

## 4.1.2 Причины пожаров

Причины пожаров:

1) В быту:

-курение в постели в нетрезвом состоянии (температура сигареты до + 800°С)  
-утечка бытового газа - в результате происходит взрыв и пожар. В помещении, где имеется запах газа, запрещается; включать или выключать освещение, электроприборы: пользоваться мобильным и обычным телефоном. При наличии запаха - выключить газовые горелки и общий кран у газовой плиты, открыть окна и покинуть помещение;

2) В строительстве и промышленности:

-искры расплавленного металла от электро- и газовой сварки;  
-неисправные электропредохранители, автоматы, повреждённая электропроводка;  
-применение огня в помещениях, где используются нитрокраски, растворители, горюче-смазочные материалы, битумы и т.п.;  
-утечка газа при газовой сварке;  
-самовозгорание горючих материалов (промасленные тряпки и т.п.): -взрывы баллонов с горючими газами вследствие их нагревания, \ даров. попадания масла на вентильные головки;  
-курение вблизи горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, горючих материалов и т.п.

## 4.1.3 Последовательность действий при пожаре

1. При появлении запаха гари, дыма, огня - вызвать пожарную охрану по «01», продублировать вызов, сообщить адрес, свою фамилию.
2. Нажать кнопки системы оповещения о пожаре.
3. Принять все меры для эвакуации людей.
4. Включить систему автоматического пожаротушения, систему противодымной защиты.
5. Начать тушить пожар подручными средствами.
6. Встретить пожарную команду, открыть ворота, указать путь подъезда к очагу возгорания, указать расположение наружных гидрантов и схему включения в работу- противопожарного водопровода.
7. При необходимости отключить электроснабжение.
8. Остановить работу лифтов.
9. Сообщить о пожаре руководству организации.

## 4.1.4 Обеспечение пожарной безопасности на строительной площадке

Пожарная безопасность на строительной площадке должна быть обеспечена на уровне не ниже требований, установленных в «Правилах пожарной безопасности в РФ» и техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности (№123-ФЗ).

1. На территории строительной площадки площадью 5 га и более должно быть не менее двух въездов с противоположных сторон площадки.

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата
----	------	-----------	---------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист



2. Дороги должны иметь покрытие, пригодное для проезда пожарных автомобилей в любое время года, ширина проездов не менее 6 м.

3. Ворота для въезда должны быть шириной не менее 6 м.

4. У въезда на строительную площадку вывешиваются схемы размещения зданий, складов, мест расположения водоемочников, средств пожаротушения и связи, схема сети дорог.

5. Устройство подъездов и дорог необходимо завершить к началу основных строительных работ.

6. Бытовки для размещения пожарной охраны и необходимые средства пожаротушения завозятся на строительную площадку в первую очередь, до начала строительных работ.

7. Дороги вдоль зданий шириной более 18 м должны быть с двух сторон; при ширине здания более 100 м - со всех сторон здания.

8. Расстояние от внутреннего края дороги до стены здания, сооружения должно быть:

- для зданий высотой до 28 м - не более 8 м;
- для зданий высотой более 28 м - не более 16 м.

9. Горючие строительные материалы должны размещаться в штабелях или группами площадью не более 100 м<sup>2</sup>. Расстояние между штабелями и зданиями должно быть не менее 24 м.

10. Применение открытого огня (сварка и др.) в помещениях, где ведутся работы с использованием горючих веществ (краски, лаки, мастики и т.п.), категорически запрещается.

11. К началу основных строительных работ на стройке должно быть обеспечено: противопожарное водоснабжение от пожарных гидрантов на водопроводной сети; или от резервуаров воды (водоемов).

12. Внутренний пожарный водопровод и автоматические системы пожаротушения необходимо монтировать одновременно с возведением здания.

13. Противопожарный водопровод должен вводиться в действие к началу отделочных работ.

14. Автоматические системы пожаротушения и сигнализации вводятся в действие к моменту начала пуско-наладочных работ в системах вентиляции электроснабжения, лифтового оборудования и др.

15. Пожарные депо, предусмотренные проектом, должны сооружаться в первую очередь. Использование зданий пожарных депо под другие нужды запрещается.

#### **4.1.5 Автоматические установки пожарной сигнализации. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ).**

Все здания должны быть оборудованы автоматическими установками пожарной сигнализации. Пожарная сигнализация предназначена для подачи сигнала о пожаре на начальной стадии развития пожара. Основными элементами пожарной сигнализации являются извещатели (датчики), которые выдают электрический сигнал при повышении температуры до 56-72°С. при появлении дыма. Сигналы от

Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	
Инв. №	
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. №	

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

пожарных извещателей усиливаются и служат импульсом для включения в действие световых и звуковых сигналов пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ).

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) совмещённая с автоматической установкой пожарной сигнализации или автоматической установкой пожаротушения, должна осуществляться одним из следующих способов или их комбинацией:

- подачей звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания с постоянным или временным пребыванием людей.

- трансляцией текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, направленных на обеспечение безопасности людей.

- размещением эвакуационных знаков безопасности на путях эвакуации.

- дистанционным открытием дверей эвакуационных выходов (например, оборудованных электромагнитными замками).

СОУЭ должна проектироваться с целью реализации планов эвакуации. При проектировании СОУЭ должна предусматриваться возможность её совмещения (сопряжения) с системой оповещения гражданской обороны.

СОУЭ должна включаться от командного импульса, получаемого от автоматической установки пожарной сигнализации или пожаротушения.

Сигналы от автоматической установки пожарной сигнализации или пожаротушения, а также от системы оповещения о пожаре должны автоматически подаваться дежурному персоналу, работающему в круглосуточном режиме в здании, и в ближайшее пожарное депо.

СОУЭ должна функционировать в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей из здания.

Провода и кабели соединительных линий СОУЭ следует прокладывать в строительных конструкциях, коробах или каналах из негорючих материалов, отдельно от проводов электроосвещения.

Эвакуационное освещение должно питаться от отдельного источника электропитания.

Эвакуационные световые указатели включаются одновременно с основными осветительными приборами рабочего освещения.

Световые указатели «Выход» в зрительных, демонстрационных, выставочных и других помещениях должны включаться на время пребывания людей.

Оповещатели не должны иметь регуляторов громкости и должны подключаться к сети без разъёмных устройств.

#### 4.1.6 Огнестойкость строительных конструкций

Огнестойкость строительных конструкций определяет их способность сохранять несущие и ограждающие свойства под воздействием открытого пламени и высокой температуры. Объективно огнестойкость оценивается по времени (в минутах), в течение которого строительная конструкция при действии нормативных нагрузок и открытого пламени, высоких температур не проявляет определенных

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

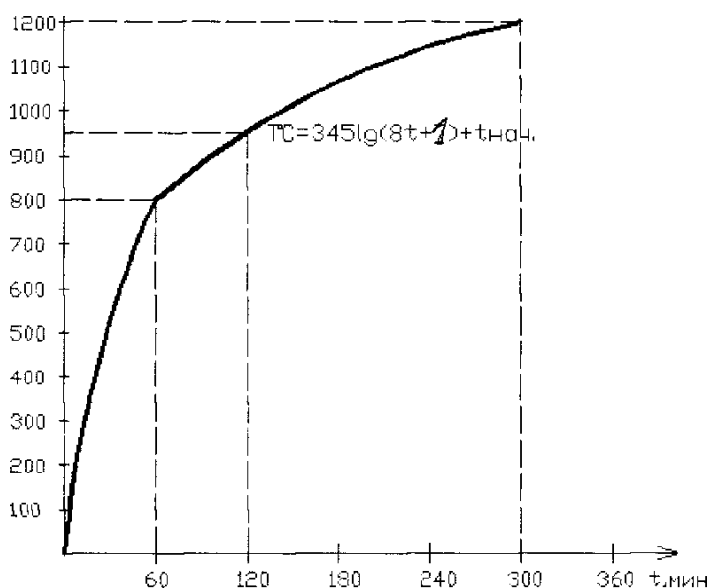
Лист

признаков, свидетельствующих о невозможности её дальнейшей эксплуатации (разрушении, появлении сквозных трещин и т.п.).

Показателем огнестойкости конструкции является предел огнестойкости этой конструкции. Предел огнестойкости конструкций равен времени (в минутах), в течение которого конструкция под воздействием факторов «стандартного» пожара теряет свои несущие и ограждающие свойства.

Признаками наступления предела огнестойкости строительной конструкции являются:

- потеря несущей способности (R, мин):



- потеря целостности, т.е. появление сквозных трещин (E, мин);

- потеря теплоизолирующей способности, когда на противоположной от пожара стороне конструкций температура в среднем повышается на 160° С (J, мин).

Огнестойкость конструкций, как правило, определяется экспериментально, путем воздействия на конструкции усредненных температурных режимов реальных пожаров, так называемого «стандартного» пожара, реализуемого с помощью мазутных или газовых горелок. Нарастание температуры при «стандартном» пожаре представлено на рис. 1.

«Стандартный» пожар используется в качестве эталонного при испытании строительных конструкций на огнестойкость. При испытаниях образец конструкции нагружают нормативной нагрузкой и помещают в специальную огневую камеру.

Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Составление пределов огнестойкости строительных конструкций:  
Пф>П1(талб.1)

Наименования элементов здания	Степень огнестойкости	Птр, мин.	Пф, мин.
Несущие элементы	II	R90	R120
Наружные ненесущие элементы	II	E15	E30
Перекрытия междуэтажные	II	RFJ45	REJ60
Прогоны	II		B30
Внутренние стены лестничных клеток	II	REJ90	REJ110
Марши и площадки лестниц	II	R60	R90
Настилы (в том числе с утеплителем)	II	RE15	RE30

Указанная кривая нарастания температуры пожара описывается зависимостью:

$T^{\circ}\text{C} = 3451g(8t+1) + t_{\text{на4}}$ , где  $t$  - время от начала пожара, мин;  $t$  - начальная температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T$  - температура пожара,  $^{\circ}\text{C}$ .

Реальные, фактические пределы огнестойкости Пф различных строительных конструкций представлены в табл. 2.

**4.1.7 Степень огнестойкости зданий, требуемые пределы огнестойкости  $P_{\text{тр}}$  строительных конструкций. Пожарная опасность строительных материалов.**

Основным параметром, определяющим огнестойкость здания, является степень его огнестойкости. Степень огнестойкости различных зданий устанавливается соответствующими СНиПами.

Для жилых зданий степень огнестойкости здания определяется по СНиП 31-01-03 в зависимости от высоты здания (табл. 5). Например, для зданий высотой до 50 м при площади этажа до 2500 м<sup>2</sup> степень огнестойкости должна быть 1.

Зная степень огнестойкости здания по табл. 6 из СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» определяются требуемые пределы огнестойкости Пф всех строительных конструкций.

Ивл. №  
Подп. и дата  
Ивл. №  
Взам. инв.  
Ивл. №  
Подп. и дата  
Ивл. №  
Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Предел огнестойкости строительных конструкций устанавливается по времени (в минутах) до момента наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков: для несущих конструкций по признаку потери несущей способности  $R$ , в мин.; для наружных ненесущих стен, плит перекрытий по  $e$  - потери целостности конструкции, т.е. до момента образования сквозных трещин, в мин.; для перекрытий, настилов, внутренних стен по  $J$  - потери теплоизолирующей способности, когда на противоположной от воздействия пожара стороне перекрытия температура в среднем повышается на  $160^{\circ}\text{C}$ . Требуемые пределы огнестойкости строительных конструкций Пгр устанавливаются по  $R$ ;  $RE$ ;  $REJ$ , они даны в табл. 6 (СНиП 21-01-97).

Для обеспечения пожарной безопасности требуется выполнение условия: фактический предел огнестойкости конструкций (Пф) (см. табл. 2) должен быть равен или превышать требуемый (П,р) по нормам предел огнестойкости: (ПФ>ПФ).

Сопоставление пределов огнестойкости Птр и Пф производится по форме представленной в табл. 1. Для несущих элементов здания определяется предел огнестойкости по  $R$ , по  $RE$  - для элементов бесчердачных перекрытий, по  $REJ$  - для перекрытий, в том числе подвальных и чердачных, по  $E$  - для наружных не-несущих стен.

Предел огнестойкости при заполнении проёмов в противопожарных преградах (двери, ворота, двери с остеклением, клапаны, шторы, экраны) наступает при потере целостности  $E$ ; теплоизолирующей способности  $J$ ; достижения предельной величины плотности теплового потока  $W$  и (или) дымогазоне-проницаемости  $S$ . Например, дымогазонепроницаемые двери с остеклением более 25% должны иметь предел огнестойкости  $EJWS60$  для первого типа заполнения;  $EJSW30$  - для второго типа заполнения проёма и  $EJSW15$  - для третьего типа заполнения проёма в противопожарных пределах.

Предел огнестойкости по  $W$  характеризуется достижением предельной величины плотности теплового потока на нормируемом расстоянии от необогреваемой поверхности строительной конструкции (см. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ).

Пожарная опасность строительных материалов оценивается рядом пожарно-технических характеристик: горючестью, воспламеняемостью, распространением пламени по поверхности, дымообразующей способностью и токсичностью. Например, по горючести строительные материалы подразделяются на:

- П -слабогорючие;
- Г2-умеренногорючие;
- Г3-нормальногорючие;
- Г4-сильногорючие.

Аналогично подразделяются и строительные материалы по другим характеристикам (см. СНиП 21-01-97\* «Пожарная опасность зданий и сооружений»).

Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.
Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. №	Инв. №

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата
----	------	-----------	---------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

**Требуемые пределы огнестойкости  $P_{тр}$  строительных конструкций, зданий и пожарных отсеков в зависимости от их степени огнестойкости**

Степень огнестойкости здания	Несущие элементы здания	Предел огнестойкости конструкций не менее. $P_{тр}$ мин					
		Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные в т.ч. чердачные и над подвалами	Элементы бесчердачных элементов		Лестничные клетки	
				Настилы	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	
I	R120	E30	REJ60	RE30	RE30	REJ120	R60
II	R90	E15	REJ45	RE15	RE15	REJ90	R60
III	R45	E15	REJ45	RE15	RE15	REJ60	R45
IV	R15	E15	REJ15	RE15	RE15	REJ45	R15
V	Не нормируется						

**4.1.8 Обеспечение безопасности такелажных работ**

Подъем сборных элементов должен быть плавным без рывков и толчков. При подъеме не допускается раскачивание элементов. Конструкции, перемещаемые краном, должны удерживаться от раскачивания оттяжками. Запрещается перенос конструкций кранами над рабочим местом монтажников. При подъеме элементов обязательна организация сигнализации.

Грузоподъемность стропов и траверс должна соответствовать весу элементов. Не допускается применение неиспытанных стропов. Расстроповка установленных на место элементов допускается лишь при выполнении всех операций, оговоренных в технологической карте.

Запрещается подъем сборных конструкций, не имеющих монтажных петель или меток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж. Способы строповки должны исключать возможность падения или скольжения застропованного элемента. Не допускается пребывание людей на элементах конструкций во время подъема и перемещения. Во время перерывов в работе нельзя оставлять поднятые элементы конструкций на весу. Расчалки для временного закрепления конструкций надо закреплять на надежные опоры.

Ивл. №  
Подп. и дата  
Ивл. №  
Взам. инв.  
Подп. и дата  
Ивл. №  
Подп. и дата  
Ивл. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

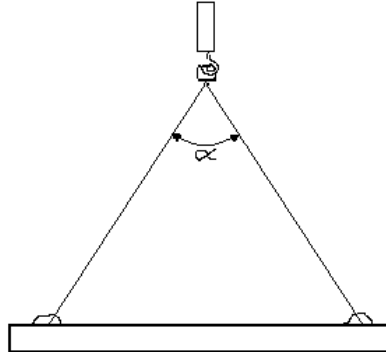
Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

### Схема расчета двухветвевого стропа.

$P$  – усилие в стропе, кГс ;

$Q$  – вес груза,  $Q = 3000$  кГс;

$N$  – число строп (2 шт.)



### Схема двухветвевое стропа

Рассчитываем усилие в стропе по формуле:

$$P = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{n} \text{ кГс}$$

$\cos 0^\circ = 1$ ;  $\cos 10^\circ = 0,985$ ;  $\cos 20^\circ = 0,94$ ;  $\cos 30^\circ = 0,86$ ;  $\cos 40^\circ = 0,766$ ;  $\cos 60^\circ = 0,5$ ;  
 $\cos 80^\circ = 0,174$ ;  $\cos 90^\circ = 0$ .

При  $\alpha = 10^\circ$   $P = \frac{1}{0,985} * \frac{3000}{2} = 1523$  кГс

При  $\alpha = 20^\circ$   $P = \frac{1}{0,94} * \frac{3000}{2} = 1596$  кГс

При  $\alpha = 30^\circ$   $P = \frac{1}{0,86} * \frac{3000}{2} = 1744$  кГс

При  $\alpha = 40^\circ$   $P = \frac{1}{0,766} * \frac{3000}{2} = 1958$  кГс

При  $\alpha = 50^\circ$   $P = \frac{1}{0,643} * \frac{3000}{2} = 2332$  кГс

При  $\alpha = 60^\circ$   $P = \frac{1}{0,5} * \frac{3000}{2} = 1500$  кГс

При  $\alpha = 70^\circ$   $P = \frac{1}{0,342} * \frac{3000}{2} = 4386$  кГс

При  $\alpha = 80^\circ$   $P = \frac{1}{0,174} * \frac{3000}{2} = 8620$  кГс

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Инд. № Подп. и дата Подп. и дата Инв. № Взам. инв. Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

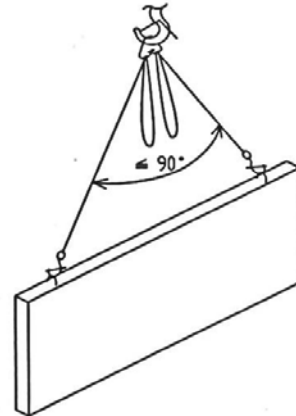
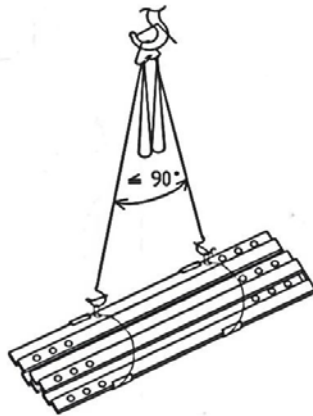
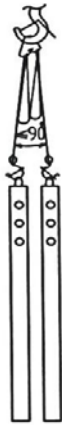
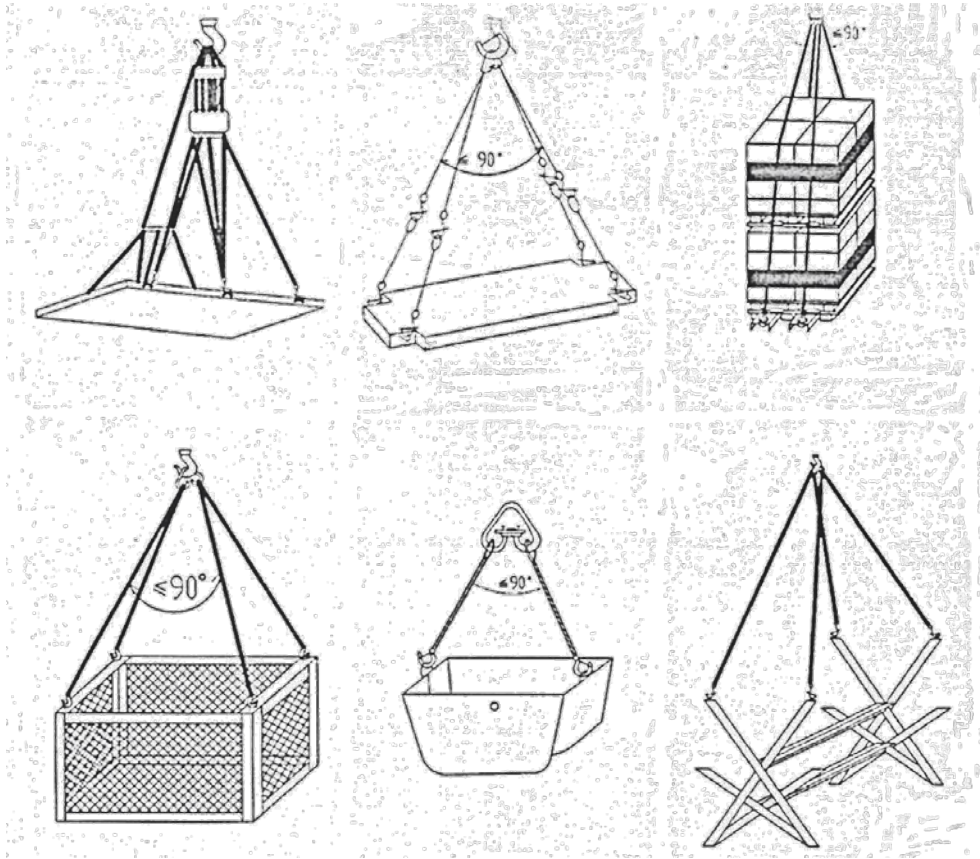


Рисунок 4.2.2. Схема строповки грузов

Инв. №	Подп. и дата	Ивл. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.



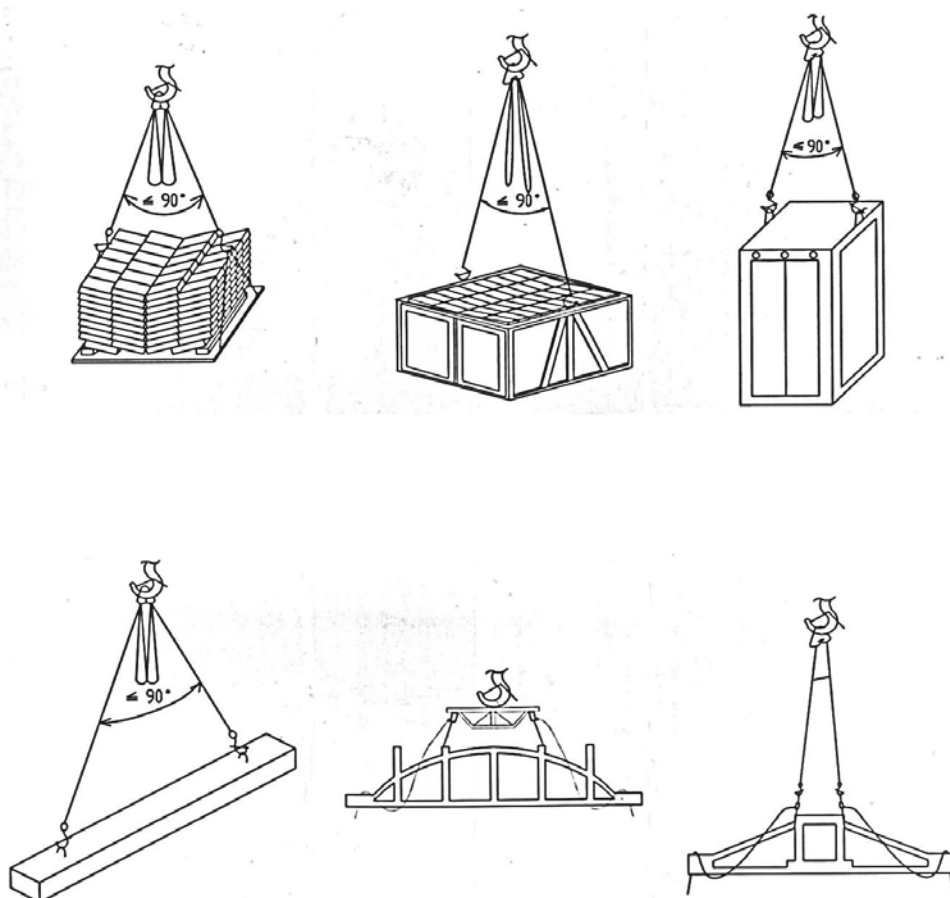


Рисунок 4.2.3. Схема строповки грузов

### 4.3 Электробезопасность

Электротравмы составляют около 1% от общего числа травм на производстве и 20-30% от числа смертельных несчастных случаев. При этом большинство (до 80%) смертельных несчастных случаев происходит на электроустановках напряжением до 1000 В, которые в основном и применяются в строительстве.

Надежная электрическая изоляция различных токоведущих проводов является основой обеспечения электробезопасности.

Для защиты от поражения электрическим током проектом предусмотрено заземление металлических частей электрооборудования, которое может оказаться под напряжением в следствии нарушения изоляции электропроводки или короткого замыкания.

Для заземления используются нулевые провода и стальные трубы электропроводки.

**Зануление** – превращение замыкания на корпус электроустановки в однофазное короткое замыкание. В результате возникает большой ток короткого замыкания, который вызывает срабатывание токовой защиты и отключение поврежденного участка.

Ив. №	Подп. и дата	Ив. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Защитное отключение - быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

### Расчет системы защитного зануления.

Мощность питающего трансформатора 400 кВА, схема соединения обмоток трансформатора – звезда, электродвигатель асинхронный, серии 4А, U=380В, n=3000 мин-1, тип 4А112М2.

Проверяем условие обеспечения отключающей способности зануления:

$$J_{кз} \geq 3J_{пл.вст.}^H; J_{кз} = U_{\phi} / (Z_T / 3 + Z_n),$$

Где:

$U_{\phi}$  – фазное напряжение, В

$Z_T$  – сопротивление трансформатора, Ом

$Z_n$  – сопротивление петли фаза – нуль, которое определяется в зависимости

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2 + (X_{\phi} + X_n + X_u)^2}$$

Где:

$R_n, R_{\phi}$  – активные сопротивления фазного и нулевого проводников, Ом

$X_n, X_{\phi}$  – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводников, Ом

$X_u$  – внешнее индуктивное сопротивление петли фаза-нуль, Ом

Определяем номинальный ток электродвигателя

$$J_{эл.дв.}^H = P / 1000 / \sqrt{3} \cdot U_n \cos \alpha, \text{ где}$$

$P$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$U_n$  – номинальное напряжение, В

$\cos \alpha$  - коэффициент мощности

$$J_{эл.дв.}^H = 10 \cdot 400 / \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,88 = 6,9 \text{ А.}$$

$$J_{авт.}^H = 1,25 J_{эл.дв.}^H = 1,25 \times 6,9 = 8,625 \text{ А}$$

Для расчета активных сопротивлений  $R_n$  и  $R_{\phi}$  задаемся сечением, длиной, материалом нулевого и фазного проводников. Сопротивление проводников из цветных металлов определяется по следующей формуле:

$$R = \rho \cdot l / S,$$

Где:

$\rho$  - удельное сопротивление проводника (для меди  $\rho = 0,018$ , для алюминия  $\rho = 0,028$  Ом·мм<sup>2</sup>/м);

$l$  – длина проводника, м

$S$  – сечение, мм<sup>2</sup>

Значения  $X_n$  и  $X_{\phi}$  для медных и алюминиевых проводников малы и, как правило, ими пренебрегают.

Активное и индуктивное сопротивление проводников определяют по СНИП. Для этого задаются длиной проводника и профилем сечения, определяют ожидаемое значение тока короткого замыкания. Величину внешнего индуктивного

Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата
Ив. №	Подп. и дата

сопротивления петли фаза-нуль в практических расчетах принимают равным 0,6 Ом/км.

По справочным данным находим основные технические характеристики электродвигателя :  $N=7,5\text{кВт}$ ,  $\cos\alpha=0,88$ ,  $J_{эл.дв.}^{пус}/J_n=7,5$ .

Рассчитываем пусковой ток двигателя

$$J_{эл.дв.}^{пус} = 7,5 \cdot J_{эл.дв.}^H = 7,5 \cdot 6,9 = 51,75 \text{ А}$$

Вычисляем номинальный ток плавкой вставки

$$J_{пл.вст.}^H = J_{эл.дв.}^{пус} / \alpha = 51,75 / 2 = 25,9 \text{ А},$$

Где:

$\alpha$  - коэффициент режима работы принимается для двигателей с частыми включениями, например двигателей для кранов  $\alpha=1,6\dots1,8$ , для двигателей, приводящих в действие механизмы с редкими пусками (конвейеров, вентиляторов)  $\alpha=2\dots2,5$ .

Определяем ожидаемое значение тока короткого замыкания

$$J_{кз} \geq 3 J_{пл.вст.}^H = 3 \cdot 25,9 = 77,7 \text{ А}$$

Задаемся стандартным сечением нулевого провода 4x40 мм и рассчитываем плотность тока  $\delta$  :

$$\delta = J_{эл.двиг.}^H / S = 6,9 / 16 = 0,43 \text{ А/мм}^2.$$

Для нахождения активных и индуктивных сопротивлений стальных проводников задаемся сечением и длиной нулевого  $l_n$  и фазового  $l_\phi$  проводников, выполненных из стали  $l_n=50$  м, сечением 4x40 мм,  $S=160 \text{ мм}^2$ ;  $l_\phi=100$  м, сечением  $d=8$  мм,  $S=50,27 \text{ мм}^2$ . Сечение нулевого проводника и его материала выбираются из условия, чтобы полная проводимость нулевого провода была не менее 50% полной проводимости фазного провода. Активное сопротивление фазного провода берется из табл. В зависимости от площади сечения и плотности тока.

$$R_\phi = r l_\phi = 6,4 \cdot 0,1 = 0,64 \text{ Ом}.$$

Аналогично определяем активное сопротивление нулевого провода

$$R_n = r l_n = 6,4 \cdot 0,1 = 0,64 \text{ Ом}.$$

Определяем внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводников  $X_n$  и  $X_\phi$ :

$$X_\phi = X_w l_\phi = 3,84 \cdot 0,1 = 0,38 \text{ Ом}; \quad X_n = X_w l_n = 1,08 \cdot 0,05 = 0,054 \text{ Ом}$$

Где:

$X_w$  – из табл. СНиП, Ом;

$l$  – длина проводника, км. Внешнее индуктивное сопротивление петли фаза-нуль  $X_i=0,6$  Ом/км. Общая длина петли фаза-нуль  $50 \times 100 = 150 \text{ м} = 0,15 \text{ км}$ , тогда  $X_{п}=0,6 \cdot 0,15=0,09 \text{ Ом}$ .

Используя полученные данные, рассчитываем  $Z_{п}$  и определяем ток короткого замыкания:

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\phi} + R_H)^2 + (X_{\phi} + X_H + X_U)^2} = 0,778 \text{ Ом},$$

$$J_{\text{кз}} = U_{\phi} / (Z_{\Gamma} / 3 + Z_{\Pi}) = 220 / (0,195 / 3 + 0,778) = 260 \text{ А}$$

Проверим условие надежного срабатывания защиты

$$J_{\text{кз}} \geq 3 I_{\text{нл.вст.}}^H; \quad 260 > 3 \cdot 25,9 \text{ А.}$$

Ток  $J_{\text{кз}}$  превышает номинальный ток плавкой вставки, поэтому при замыкании на корпус плавкая вставка перегорит за 3...5 с и отключит поврежденную фазу или сработает автоматический выключатель. По расчетному номинальному току плавкой вставки выбираем предохранитель стандартных размеров: ПН2-100  $J_{\text{нл.вст.}}^H = 80 \text{ А}$ . Или выбираем автоматический выключатель по  $J_{\text{авт}}^H = 1,25 \cdot J_{\text{эл.двиг}}^H = 1,25 \cdot 6,9 = 8,625 \text{ А}$ . Выбираем автоматический выключатель модели АЕ2043;  $J_{\text{авт}}^H = 10 \text{ А}$ .

#### 4.4 Защита от шума и вибрации

Шумом называют различные звуки, мешающие нормальной деятельности человека. Звук, распространяющийся в воздушной среде, называется воздушным шумом. Звук, передающийся по строительным конструкциям, называют структурным.

Допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «медленно» шумомера, определяемый по формуле:

$$L_A = 20 \lg P_A / P_0$$

Где:

$P_A$  - среднеквадратичная величина звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера, Па.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L = 20 \lg P / P_0$$

Где:

$P$  - среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

$P_0$  - исходное значение звукового давления в воздухе равно  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ .

При защите от вибрации и шума большое значение придается средствам индивидуальной защиты. Так вкладыши, наушники и шлемы являются средствами индивидуальной защиты от шума. Все индивидуальные средства защиты от шума должны обладать следующими свойствами: на всех частотах спектра не оказывать чрезмерного давления на ушную раковину; не снижать четкость восприятия речи; не заглушать звуковые сигналы опасности; отвечать необходимым гигиеническим требованиям.

Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.
Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. №	Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

К индивидуальным средствам защиты от вибрации относятся рукавицы и перчатки, а также виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплением к руке.

#### 4.4.1. Расчет звукоизоляции однослойных и двухслойных ограждений.

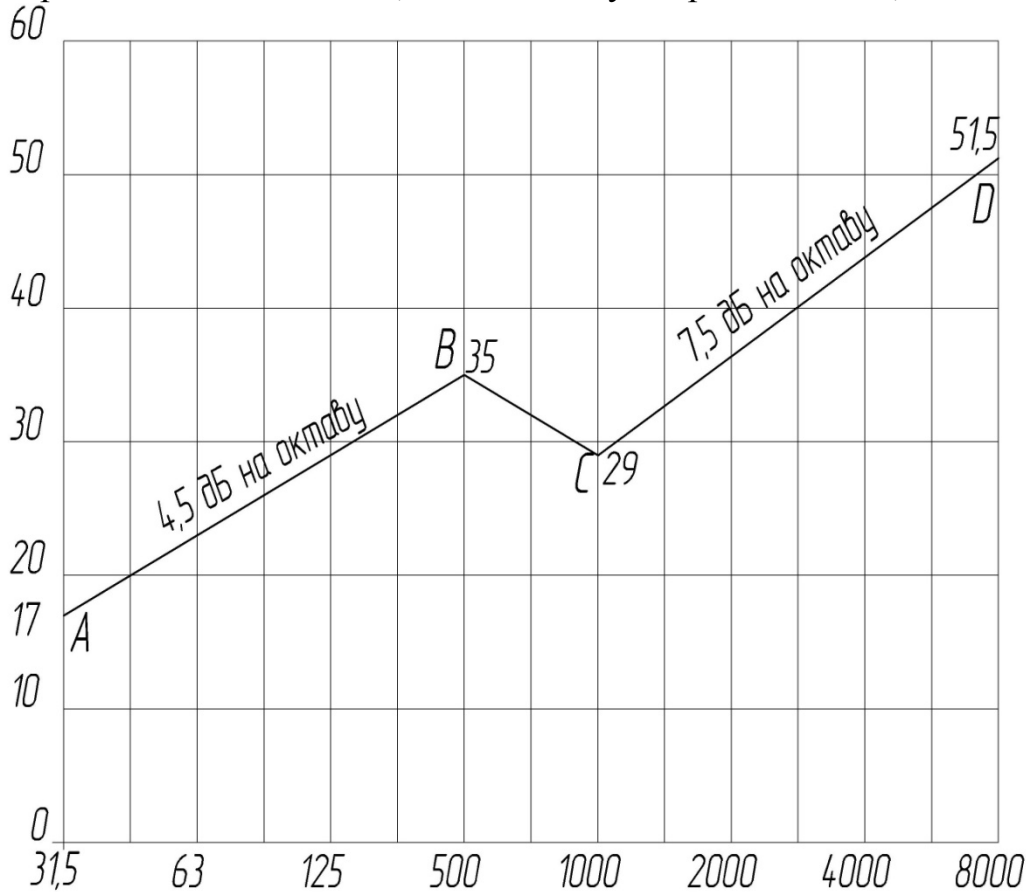
##### Расчет звукоизоляции однослойного тонкого ограждения.

Строим частотную характеристику звукоизоляции с одним стеклом  $\delta = 10 \text{ мм}$ , т.е. определяем координаты точек В и С для построения ABCD.

$f_b = 6000 / h = 10 = 600 \text{ Гц}$ ; Округляем до 500 Гц. (среднегеометрическая частота 1/3 октавной частоты) при  $R_b = 35 \text{ Дб}$ .

$f_c = 12000 / h = 12000 / 10 = 1200 \text{ Гц}$ ; Округляем до значения среднегеометрическая частота 1/3 октавной частоты) 1000 Гц  $R_c = 29 \text{ Дб}$ .

Отрезок ВА- наклон на 4,5Дб на октаву. Отрезок CD – 7,5 Дб на октаву.



Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским тонким ограждением из стекла

Инд. №	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

#### 4.4.2. Расчет звукоизоляции бетонной перегородки

Материал: бетон

$$\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta = 160 \text{ мм}$$

Строим частотную характеристику изоляции воздушного шума бетонным ограждением. Определим координаты точек В для построения ломанной кривой ABCD:

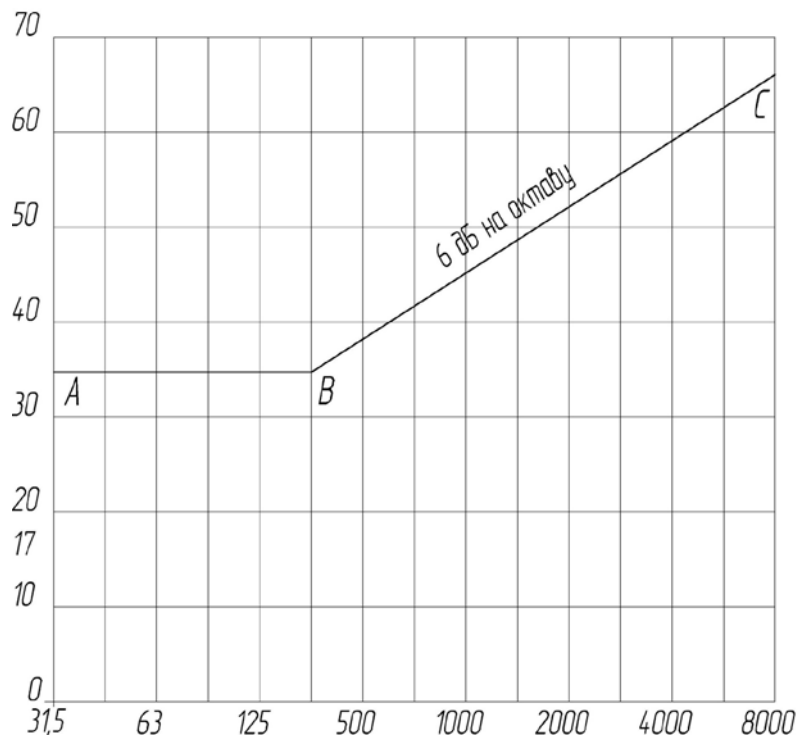
$$f_b = 39000 / h = 39000 / 160 = 245 \text{ Гц}$$

Определяем ближайшую 1/3 октавную частоту:  $f^{\text{в}} = 250 \text{ Гц}$

$$R_{\text{в}} = 20 * \lg(m) - 12$$

$$m = \rho * V = 1300 * 1 * 0,16 = 208 \text{ кг/м}^2$$

$$R_{\text{в}} = 20 * \lg(208) - 12 = 34,3 \text{ дБ}$$



Частотная характеристика изоляции воздушного шума бетонным Ограждением

#### 4.4.3. Расчет звукоизоляции двухслойных ограждений.

Материал: стекло

$$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta_1 = 2 \text{ мм}$$

$$\delta_2 = 8 \text{ мм}$$

Расстояние между слоями 40 мм.

Подп. и дата	Подп. и
Взам. инв.	Инд. №
Подп. и дата	Инд. №
Инд. №	

Стоится частотная характеристика изоляции воздушного шума одним стеклом (большей толщины). Линия ABCD.

$$f_b = 6000 / h = 6000 / 8 = 750 \text{ Гц}; R_b = 35 \text{ дБ}; \text{Принимаем частоту } 1000 \text{ Гц}$$

$$f_c = 12000 / h = 12000 / 8 = 1500 \text{ Гц}; R_c = 29 \text{ дБ}; \text{Принимаем частоту } 2000 \text{ Гц}$$

Отрезок BA – наклон на 4,5 дБ на октаву. Отрезок CD – 7,5 дБ на октаву.

Определяется частота  $f_{c2}$  для листа меньшей частоты:

$$f_{b2} = 6000 / h = 6000 / 2 = 3000 \text{ Гц}; R_b = 35 \text{ дБ}; \text{Принимаем частоту } 4000 \text{ Гц.}$$

$$f_{c2} = 12000 / h = 12000 / 2 = 1500; R_c = 29 \text{ дБ}; \text{Принимаем частоту } 2000 \text{ Гц}$$

Строится вспомогательная линия  $A_1B_1$  до частоты  $f_b$  путем прибавления к значениям звукоизоляции первого (более толстого) листа поправки  $\Delta R_1$  на увеличение поверхностной плотности ограждения по формуле  $m_{\text{общ}}/m_1$  по справочным материалам.

$$m_1 = \rho * v = 2500 * 0.002 = 5 \text{ кг / м}^2$$

$$m_2 = \rho * v = 2500 * 0.008 = 20 \text{ кг / м}^2$$

$$m_{\text{общ}} / m_1 = (m_1 + m_2) / m_1 = (5 + 20) / 5 = 5$$

Находим  $\Delta R_1 = 10,5 \text{ дБ}$

Между частотами  $f_{b1}$  и  $f_{c2}$  проводим горизонтальный участок B1 и C1 и далее отрезок C1 и D1 с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Определяем резонансную частоту стеклопакета

$$f_p = 60 * \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{d \cdot m_1 \cdot m_2}} = 60 * \sqrt{\frac{5 + 20}{4 \cdot 5 \cdot 20}} = 47 \text{ Гц}$$

Значение  $f_p$  округляем до ближайшей среднегеометрической третьооктавной частоты, т.е.  $f_p = 63 \text{ Гц}$ .

Далее до частоты  $0,8f_p = 50 \text{ Гц}$  частотная характеристика совпадает со вспомогательной линией  $A_1B_1C_1D_1$  (точка E). На частоте  $f_p$  звукоизоляция снижается на 4,5 дБ ниже уровня  $A_1B_1C_1D_1$  (точка F). На частоте  $0,8f_p = 50 \text{ Гц}$  находится точка K с ординатой  $R_k = R_f + H_k$ .  $R_f = 17 \text{ дБ}$  (из графика);  $H_k = 22 \text{ дБ}$ .

$$R_k = 17 + 22 = 39 \text{ дБ}$$

От точки K проводится отрезок KL с наклоном 4,5 дБ на октаву до частоты  $f_b$ , параллельно  $A_1B_1C_1D_1$ .

От точки L до частоты  $f_c = 2000 \text{ Гц}$  проводится горизонтальный отрезок LM и далее проводится отрезок MN с наклоном 7,5 дБ на октаву.

На частоте  $f_{c2}$  находится точка N путем прибавления к значению ломанной линии  $A_1B_1C_1D_1$  поправки  $\Delta R_2 = R_l - R_{b1} = 43,5 - 35 = 8,5 \text{ дБ}$

Ломанная линия  $A_1E_1F_1K_1L_1M_1N_1$  представляет собой частотную характеристику изоляции воздушного шума рассматриваемой конструкции.

Частотная характеристика изоляции воздушного шума ограждающей конструкции, состоящей из стекол с воздушным промежутком между ними.

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

## 5.0 Расчет прожекторного освещения строительной площадки

Необходимо запроектировать общее равномерное освещение для строительной площадки, имеющей размеры 134,9x176,5м.

Расчет числа прожекторов производим исходя из нормируемой освещенности и мощности лампы. Ориентировочно число прожекторов типа ПЗС-45 с ЛН Г220-1000 равно:

$$N = \frac{m \cdot E_n \cdot k \cdot A}{P_{л}};$$

Здесь:

$A$  - освещаемая площадь,  $A = 23809,85\text{м}^2$ ;

$m$  - коэффициент, учитывающий световую отдачу источника света, для ЛН -  $m = 0,2$ ;

$E_n$  - нормируемая освещенность горизонтальной поверхности, в соответствии с СН 81-80  $E_n = 2\text{лк}$ ;

$k$  - коэффициент запаса,  $k = 1,5$ , (табл. XIII.6 [6]);

$P_{л} = 1000\text{Вт}$  - мощность лампы ЛН Г220-1000;

$$N = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 23809,85}{1000} = 14,3\text{шт.}$$

Принимаем 14 ламп Г220-1000.

Минимальная высота установки прожекторов над освещаемой поверхностью:

$$h_{min} = \sqrt{I_{max} / 300};$$

$I_{max} = 130000\text{кд}$  - максимальная сила света (табл. XIII.10 [6]);

Следовательно:

$$h_{min} = \sqrt{130000 / 300} = 21\text{м.}$$

Устанавливаем на строительной площадке три мачты высотой 21м, с 4-мя и одну мачту с 3-мя прожекторами.

Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата
----	------	-----------	---------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист



## 6.0 Подбор гибкого четырехветвевого стропа для монтажа клефанерных плит покрытия

Распределение усилий в ветвях стропа определяется по формуле:

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{n},$$

Здесь:

Q - максимальный вес перемещаемого груза, кН;

S - усилие в ветви стропа, кН;

$\alpha$  - угол между ветвью стропа и вертикалью.

Расчетная схема стропа представлена на рис. 5.К.

$$S = \frac{1}{\cos 30^\circ} \cdot \frac{3,33}{4} = 0,961 \text{ кН},$$

Канат стропа подбирается по усилию S с учетом коэффициента запаса  $k_3$ ,

$k_3 = 6$ , для стропа с зацепкой крюками.

$$S \cdot k_3 \leq P,$$

Здесь:

P - разрывное усилие принятого каната при каком-либо временном сопротивлении разрыву - 1400, 1600, 1700, 1800 МПа;

$$P \geq 0,961 \cdot 6 = 5,766 \text{ кН},$$

P = 36,850 кН - разрывное усилие принятого стального каната диаметром 9 мм при временном сопротивлении разрыву 1600 МПа.

Проверка конструкции на действие сжимающей силы не производится поскольку конструкция не относится к гибким.

Инд. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата		08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист
Инд. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Инд. №		Лист
Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По		Дата

## Список используемой литературы

1. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
2. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
3. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов: Под общ. ред. С. В. Белова. 4-е изд., исп. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 606с.
5. Инженерные решения по охране труда в строительстве. Справочник строителя. – М.: Стройиздат, 1986. – 278с.
6. Моисеев В.А. "Охрана труда. Методические указания". Горький, 1988г.

Инв. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп. По		Дата

**РАЗДЕЛ 5**  
**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

## 5. Охрана окружающей среды

### 5.1. Характеристика территории проектируемого объекта

Разрабатываемый в дипломном проекте объект – стадион водных видов спорта. Находится в городе Нижнем Новгороде на свободной от застройки территории. Ближайшие строения – многоквартирный жилой дом №57 по улице Тропинина, электрическая подстанция ПС «Импульс» 110/6 кВт, платная парковка, футбольное поле. По окончании строительства предусмотрено благоустройство и озеленение, как самого участка, так и прилегающей территории.

Принятое расположение проектируемого здания оправдано возможностью создания целостного функционального блока спортивно-оздоровительных сооружений города. К этому блоку можно отнести следующие учреждения: ипподром, дом отдыха, проектируемый теннисный корт и в перспективе – спортивную школу и стадион..

Строительный объем проектируемого здания 86211,5 м<sup>3</sup>:

Транспортные магистрали:

Существующие –улица Тропинина; 400 метров до территории институтов ИМХ и ИХВВ РАН; 520 метров до автостанции «Щербинки 2»; 250 метров до Храма Святого Великомученика Пантелеимона, часовни Иоанна Крондштадского.

Временные - кольцевая в пределах строительной площадки (на период строительства).

Инфраструктура стройгенплана — бытовые помещения контейнерного типа, установленные в два уровня как единое временное помещение.

Сносимые сооружения отсутствуют.

Применяемые строительные материалы и изделия проходят обязательную сертификацию на соответствие всем нормам и требованиям; на все материалы имеются экологические сертификаты.

### 5.2. Природные условия

#### 5.2.1 Инженерно-геологические условия площадки строительства

Геологическое строение площадки: суглинок лессовый тугопластичный, твердый, глина мергелистая полутвердой, а также суглинок мягкопластичный, с прослоями песка мелкого. Расчетное сопротивление грунта основания принято  $R=2,81$  кН/см<sup>2</sup> - суглинок полутвёрдый.

Нормативная глубина сезонного промерзания - 1,5 м. Грунты слабопучинистые при обводнении. Площадка не опасна в карстово-суффозионном отношении.

Неблагоприятные физико-геологические явления отсутствуют.

По результатам проведённых радиационно-экологических исследований и в соответствии с «МГСН Допустимые уровни ионизирующего излучения и радона на участках застройки. 2.02-97» радиоактивное загрязнение в пределах участка строительства не обнаружено.

Характеристика почв - мощность растительного плодородного слоя около 0,3-0,4 м.

#### 5.2.2 Гидрогеологические условия площадки строительства

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

Грунтовые воды изысканиями вскрыты на глубине 1 м. Участок не является потенциально подтопляемым. Однако следует учитывать возможность локального техногенного и сезонного замачивания грунтов.

С учетом реализации проектируемых мероприятий, строительство проектируемых сооружений не внесет негативных изменений в состояние геологической и гидрогеологической среды.

### 5.2.3 Климатические характеристики района строительства

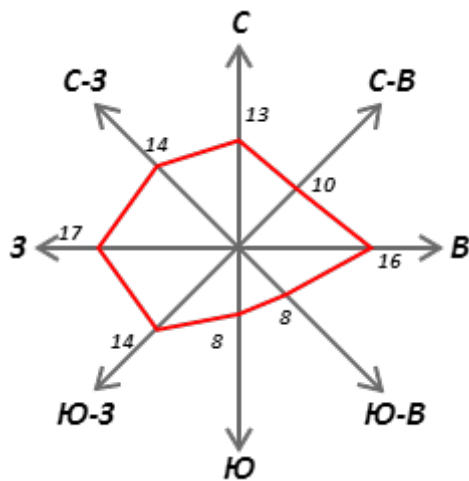
Климатическая характеристика фона рассматриваемой территории, выраженная в числовых средних показателях отдельных метеоэлементов, основана на материалах указанных в СНиП 23-01-99 "Строительная климатология".

Среднегодовая температура воздуха +4,8°C. Самый теплый месяц года — июль, средняя температура +18,4°C, абсолютный максимум +38,3°C. Самый холодный месяц года - февраль, средняя температура -11,7°C, абсолютный минимум - 41,2°C.

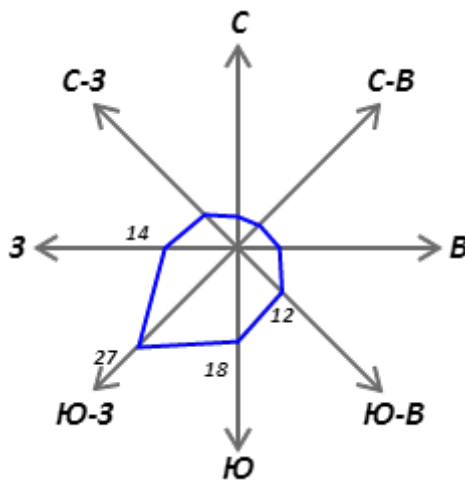
Количество осадков –600-800 мм.

Ветровые характеристики представлены розой ветров:

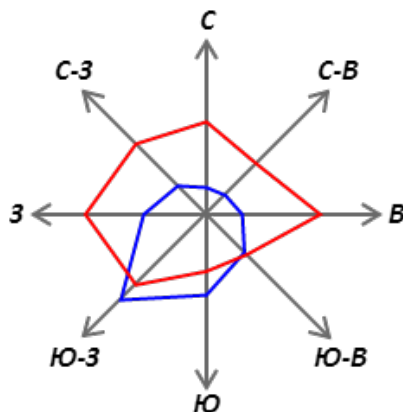
Январь



Июль



Январь – Июль



Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	
Инв. №	
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. №	

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Гидрологическая характеристика района – на расстоянии 1 километр расположена река Ока .

Характеристика растительности - на самой территории строительства частично присутствует древесная и кустарниковая растительность, вся растительность подвержена вырубке, что обусловлено застройкой территории. Травянистая растительность покрывает 75% площади участка. Животный мир на площадке строительства отсутствует. Площадка строительства особенностей не имеет.

### 5.3. Оценка вредного воздействия на окружающую среду

#### 5.3.1 Характеристика существующих воздействий

- инженерные изыскания для проектирования (воздействия незначительны);
- проектирование и конструирование (воздействия незначительны);
- строительство здания – воздействия:
- загрязнение воздуха выхлопными газами автомашин – интенсивность средняя;
- загрязнение почвы горюче-смазочными материалами автомашин, строительным мусором – интенсивность средняя (проведение мероприятий по сбору и утилизации загрязненной почвы и мусора);
- разработка грунта под котлован – интенсивность высокая;
- вырубка древесной растительности – интенсивность средняя (высадка деревьев после окончания строительства);
- шум и вибрация от автомашин и строительных механизмов – интенсивность высокая (применение более совершенных машин и механизмов);
- эксплуатация здания – воздействия:
- тепловыделения от здания – необходима хорошая теплоизоляция
- различные протечки в коммуникациях – предупреждение и своевременное устранение возникших неполадок;
- открытая стоянка автомобилей;
- площадка для загрузки мусоровоза;

Возможные последствия при реализации проекта незначительны, так как при полном соблюдении технологии производства работ, при применении экологически чистых строительных материалов и проведении природоохранных мероприятий направленных на восстановление природной среды, а также при правильной эксплуатации здания какое-либо негативное воздействие сводится к минимуму.

Инва. №  
Подп. и дата  
Инва. №  
Взам. инв.  
Подп. и дата  
Инва. №  
Подп. и дата  
Инва. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

### 5.3.2 Возможные негативные последствия в социально - экономической среде

При реализации проекта в социально-экономической среде могут возникнуть следующие негативные последствия: фундаментом здания являются буронабивные сваи, при забивке которых возникает вибрация и неприятное звуковое воздействие. Принимая во внимание данные факты, работы по установки свай производятся в дневное время и в максимально короткие сроки.

### 5.3.4 Природоохранные мероприятия, снижающие негативные воздействия на природо-техногенную среду при реализации проекта

Проектом предусматриваются следующие меры по охране окружающей среды:

- Для уменьшения объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу рекомендуется применять механизмы в основном с электроприводом (монтажные краны, подъемники и др.), как наиболее экологически чистые.

Особое внимание необходимо уделить мероприятиям, направленным на предотвращение переноса загрязнения со стройплощадки на сопредельные территории. В связи с этим предусматривается:

- Производство работ строго в зоне, отведенной стройгенпланом;
- Установка на стройплощадке биотуалетов, обслуживаемых специализированной организацией;
- Упорядоченная транспортировка и складирование сыпучих и жидких материалов;
- Перед выездом со стройплощадки оборудовать пункт мойки колес автотранспорта, на котором производится очистка колес и внешних сторон кузова от грязи. После мойки колес загрязненная вода попадает в бак-накопитель и по мере накопления вывозится илососной машиной за пределы стройплощадки.
- Сбор в специальные поддоны, устанавливаемые под специальные механизмы, отработанных нефтепродуктов, моторных масел и т.п. и их утилизацию.

Кроме того:

- Регулярно вывозить строительный мусор;
- Организовать механизированную уборку территории стройплощадки;
- После окончания строительства все временные сооружения разбираются и вывозятся.

Для уменьшения загрязнения подземных вод атмосферными осадками предусматривается минимальное по времени нахождение на территории строительной площадки открытых котлованов и траншей.

Удаление и утилизация всех видов отходов осуществляется централизованно. Длительное хранение их на территории объекта не предусматривается, что значительно снижает возможность загрязнения подземных вод.

Инт. №	Подп. и дата	Инт. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Поверхностный сток с проездов и площадки для кратковременной парковки и разгрузки автомобилей отводится по лоткам запроектированных проезжих частей в лотки существующих проезжих частей внутренних проездов и далее в городской водосток для дальнейшей централизованной очистки.

## **5.4 Перечень мероприятий по охране окружающей среды**

### **5.4.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха.**

Источниками выбросов загрязняющих веществ проектируемого здания будут: открытая автостоянка на 268 м/мест и автотранспорт, осуществляющий вывоз мусора.. Максимальная концентрация вредных веществ с учетом фона не превысят допустимых концентраций на территории жилой застройки. Воздействие проектируемого объекта допустимо.

### **5.4.2 Мероприятия по охране водных ресурсов.**

Водоснабжение, отведение хозяйственно-бытовых стоков и поверхностных сточных вод предусматривается с использованием городских сетей.

### **5.4.3 Мероприятия по охране объектов растительного мира.**

Согласно перечетной ведомости и дендроплану в зону работ попадает 46 деревьев и 96 кустарников, из них пересадке подлежат 30 деревьев и 74 кустарников, вырубить 16 дерева и 21 кустарник.

Согласно представленному проекту благоустройства предусмотрена посадка 35 деревьев в кадках и 10 деревьев в грунте, посадка кустарников 92 шт., устройство газонов на площади 2458 кв.м.

### **5.4.4 Благоустройство территории.**

После окончания строительства предусмотрены работы по озеленению территории.

Предусмотрено устройство газонов по перекрытию над стилобатом с высадкой травянистых многолетников и декоративных кустарников. Ассортимент пород подобран исходя из климатических условий, устойчивости растений к воздействию антропогенных факторов, а также особенностей определенных на территории посадочных мест.

Газоны организованы с дренажным слоем с ограждением бордюрным камнем и подпорными стенами. Высадка кустарников планируется по периметру участка в газонах по покрытию с толщиной плодородного слоя, увеличенной до 600 мм.

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.

Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист



### 5.4.5 Мероприятия по охране почв и грунтов.

По результатам исследований:

- почвы и грунты со всего участка в слоях 0-0,5м рекомендуется использовать для отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5м;

- грунты со всего участка в слоях 0,5-9,0м можно использовать без ограничений.

В исследованных образцах грунта на территории проектируемого строительства радиоактивного загрязнения не выявлено. Плотность потока радона не превышает нормативных значений.

### 5.4.6 Мероприятия по обеспечению сохранности зданий и сооружений окружающей застройки.

С целью снижения негативного влияния проектируемого строительства на окружающую застройку определена зона влияния, радиус которой составляет 70,0м.

В указанной зоне ни одно из прилегающих зданий не попадает.

### 5.4.7 Мероприятия по рекультивации территории.

Перед началом строительства объекта слой почвы толщиной 15 см снимают и вывозят с целью дальнейшего использования его для рекультивации территории после окончания строительства.

### 5.4.8 Соответствие санитарно-эпидемиологическим нормам и правилам.

Отделка помещений принята в соответствии с их функциональным назначением. В помещениях проектируемого жилого комплекса и на прилегающей к нему территории уровни шума от внешних и внутренних источников будут соответствовать гигиеническим нормам при условии выполнения шумозащитных мероприятий (применение виброоснований под оборудование, установка оборудования на резиновые виброизоляторы, применение звукоизолирующих строительных конструкций и материалов, установка шумозащитных окон с требуемой звукоизоляцией не менее 25 дБА и глушителей аэродинамического шума на системы приточно-вытяжной вентиляции). На период строительства предусмотрены организационные и конструктивные мероприятия по ограничению шума от работы строительной техники (ведение шумных работ в дневное время, разделение по времени работы шумных механизмов, расположение наиболее интенсивных источников шума на максимально возможном удалении от нормируемых объектов).

Подп. и дата	Подп.	и	дата
Взам. инв.			
Инв. №			
Подп. и дата	Подп.	и	дата
Инв. №			

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Расчетные параметры естественного освещения и инсоляционного режима в помещениях проектируемого жилого комплекса и в выбранных для расчетов помещениях зданий окружающей застройки, будут удовлетворять требованиям СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» и СанПин 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий».

### 5.5 Оценка вредного воздействия на окружающую среду от автотранспорта

Основными источниками выделения вредных веществ в атмосферу на территории проектируемого объекта являются автомобили, размещаемые на открытой автостоянке. Характеристики источников загрязнения представлены в таблице:

№	Наименование автотранспортного объекта	Количество (шт.)	Емкость (м/м)
Источник 1	Открытая автостоянка	1	268
Источник 2	Проезд мусоровоза 1 раз в день	1	1

Загрязнители от автомобилей выделяются в период прогрева двигателей, работы на холостом ходу, при движении на территории. Главными загрязнителями являются: оксид углерода (CO), диоксид азота (NO<sub>x</sub>), углеводороды (CH).

Расчёты массы выбросов вредных веществ от автотранспорта проводятся по методике, изложенной в ОНТП 01-91/Росавтотранс.

Источник 1 - открытая автостоянка на 268 м/м.

Гостевая стоянка для кратковременного хранения легковых автомобилей.

Условная длина пробега – 1,1 км.

Годовой режим - 260 дней.

Коэффициент неравномерности въезда - выезда машин на стоянку - 0,7

Расчет секундных выбросов:

$$M_j = 10^{-3} \sum_{i=1}^n \frac{q_{ij} \cdot L \cdot A_{э} \cdot K_c}{t \cdot 3,6}$$

M<sub>j</sub> - масса выброса j-го загрязняющего вещества, г/с;

n - количество типов автомобилей.

q<sub>ij</sub> - удельный выброс j-го загрязняющего вещества одним автомобилем i-го типа с учетом возраста и технического состояния парка на рассматриваемый год, г/км.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

L - условный пробег одного автомобиля за цикл на территории предприятия с учетом времени запуска двигателя, движения по территории предприятия, работы в зонах стоянки ТО и ТР.

Aэ - эксплуатационное количество автомобилей на стоянках с учетом коэффициента выпуска

Kс - коэффициент, учитывающей влияние режима движения (скорости) автомобиля

t - время выпуска и возврата автомобилей, час.

Количество оксида углерода (СО), выделяемое в час "пик":

Количество оксида азота (NOx), выделяемое в час "пик":

Количество углеводородов (СН), выделяемое в час "пик":

$$M_{CH} = 10^{-3} \frac{1,3 \cdot 1,1 \cdot 268 \cdot 1,1}{1 \cdot 3,6} = 1,5176 \text{ г/с}$$

Количество годовых выбросов загрязняющих атмосферу веществ определяется по формуле:

$$M_j = 10^{-6} \sum_{i=1}^n q_{ij} \cdot L \cdot A_э \cdot K_c \cdot D$$

M<sub>j</sub> - масса выброса j-го загрязняющего вещества, т;

n - количество типов автомобилей;

q<sub>ij</sub> - удельный выброс j-го загрязняющего вещества одним автомобилем i-го типа с учетом возраста и технического состояния парка на рассматриваемый год, г/км;

L - условный пробег одного автомобиля за цикл на территории предприятия с учетом времени запуска двигателя, движения по территории предприятия, работы в зонах стоянки ТО и ТР

A<sub>э</sub>- эксплуатационное количество автомобилей на стоянках с учетом коэффициента выпуска (количество автомобилей, поступающих в зону ТО и ТР) устанавливается технологической частью проекта;

K<sub>с</sub> - коэффициент, учитывающей влияние режима движения (скорости) автомобиля;

D - количество рабочих дней в году.

Количество годовых выбросов оксида углерода (СО) составит:

$$M_{CO} = 10^{-6} \cdot 20,8 \cdot 1,1 \cdot 268 \cdot 1,2 \cdot 260 \cdot 0,7 = 1,33 \text{ т/год}$$

Количество годовых выбросов оксидов азота (NOx) составит:

$$M_{NOx} = 10^{-6} \cdot 0,63 \cdot 1,1 \cdot 268 \cdot 1 \cdot 260 \cdot 0,7 = 0,033 \text{ т/год}$$

Количество годовых выбросов углеводородов (СН) составит:

$$M_{CH} = 10^{-6} \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 268 \cdot 1,1 \cdot 260 \cdot 0,7 = 0,0676 \text{ т/год}$$

#### Источник 2

Проезд мусоровоза с дизельным двигателем предусмотрен 1 раз в день.

Условный пробег мусоровоза принят - 0,2 км.

Количество рабочих дней в году - 260.

Количество оксида углерода (СО), выделяемое в час "пик":

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инд. №	Подп. и дата	Инд. №
--------------	--------------	------------	--------	--------------	--------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$M_{CO} = 10^{-3} \frac{17 \cdot 0,2 \cdot 2,68 \cdot 1,2}{1 \cdot 3,6} = 0,0011 \text{ г/с}$$

Количество оксида азота (NO<sub>x</sub>), выделяемое в час "пик":

$$M_{NOx} = 10^{-3} \frac{6,8 \cdot 0,2 \cdot 2,68 \cdot 1}{1 \cdot 3,6} = 0,0004 \text{ г/с}$$

Количество углеводородов (СН), выделяемое в час "пик":

$$M_{CH} = 10^{-3} \frac{7,7 \cdot 0,2 \cdot 2,68 \cdot 1,1}{1 \cdot 3,6} = 0,0004 \text{ г/с}$$

Количество годовых выбросов оксида углерода (СО) составит:

Количество годовых выбросов оксидов азота (NO<sub>x</sub>) составит:

$$M_{NOx} = 10^{-6} \cdot 6,8 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 2,68 \cdot 260 = 0,0004 \text{ т/год}$$

Количество годовых выбросов углеводородов (СН) составит:

$$M_{CH} = 10^{-6} \cdot 7,7 \cdot 0,2 \cdot 2,68 \cdot 1,1 \cdot 260 = 0,0004 \text{ т/год}$$

Результаты расчётов сведены в таблицу:

№	Объект	Источник	Вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Выброс	
					г/сек	т/год
1	Стоянка 100 м/м	Автомашины (въезд- выезд)	СО	5.0	0,808	1,339
			NO <sub>x</sub>	0.085	0.0204	0,033
			СН	5.0	0.0463	0,0767
2	Проезд Мусоровоза	Автомашинa (въезд-выезд)	СО	5.0	0.0011	0.001
			NO <sub>x</sub>	0.085	0.0004	0.0004
			СН	5.0	0.0004	0.0004

Суммарный выброс вредных веществ представлен в таблице:

Наименование вещества	Суммарный выброс на объекте	
	г/сек	т/год
СО	0,8091	1,3391
NO <sub>x</sub>	0.0204	0,0334
СН	0.0467	0,0771

Инв. № Подп. и дата Подп. и дата Подп. и дата  
 Инв. № Подп. и дата Подп. и дата  
 Инв. № Подп. и дата Подп. и дата  
 Инв. № Подп. и дата Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата

## Оценка влияния выбросов по параметру «Ф»

Производится в соответствии с ОНД-86, при этом расчеты приземных концентраций только для тех веществ, для которых соблюдается следующее соотношение:

, где

Ф - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость гравитационного оседания частиц в атмосферном воздухе на подстилающую поверхность.

М- масса выброса.

ПДК – предельно-допустимая концентрация вещества, мг/м<sup>3</sup>

$\Phi=0.01 \cdot H$  при  $H > 10\text{м}$

$\Phi=0.1 \cdot H$  при  $H < 10\text{м}$

Средневзвешенная высота источников выбросов, вредных веществ определяется в соответствии с п.7.8. ОНД-86. Для данного объекта проектируемые источники выброса расположены в интервале высот: 1 - 5 - для открытых автостоянок. Таким образом:  $H_{\text{ср}} = 2.5 \text{ м}$

Расчёт показателя «Ф»:

Наименование вещества	Суммарный выброс г/сек	$H_{\text{ср, м}}$	ПДК мг/м <sup>3</sup>	М/ПДК	Ф
СО	0,8091	2,5	5.0	$0.161 \cdot 10^{-3}$	0.25
NO <sub>x</sub>	0.0204	2,5	0.085	$0.271 \cdot 10^{-3}$	0.25
СН	0.0467	2,5	5.0	$0.011 \cdot 10^{-3}$	0.25

Анализ результатов расчета показывает, что выброс вредных веществ автотранспортом не оказывает негативного воздействия на состояние окружающей среды и не угрожает здоровью человека. Вредные воздействия не превышают допустимых норм.

### 5.4. Мероприятия по сокращению вредного воздействия от автотранспорта

Мероприятия по снижению загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта всегда имеют комплексный характер и могут быть подразделены на технические, ландшафтно-экологические, архитектурно-планировочные и управленческие.

К техническим мероприятиям относят: применение наиболее экологически безопасных видов топлива; совершенствование и поддержание в хорошем состоянии энергоустановки и других узлов автомобиля; совершенствование рабочего процесса двигателей; изменение системы зажигания; применение схем и технических средств рециркуляции нейтрализации отработанных газов и др.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

К ландшафтно-экологическим мероприятиям относят: пофакторное и комплексное ландшафтно-экологическое зонирование территории города по видам и степени антропогенной нагрузки, определение ёмкости среды к антропогенным нагрузкам; ландшафтно-климатическое определение степени комфортности окружающей среды для проживания человека; анализ санитарно-гигиенического состояния окружающей среды; инвентаризацию сбросов и выбросов загрязняющих веществ и пр.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают: оптимизацию системы размещения транспортных коммуникаций; вывод транзитных потоков за городскую черту; композиционное решение при магистральной застройке; оптимизацию схемы вертикальной планировки; озеленение территории и др.

Управленческие или организационные мероприятия включают: принятие нормативов качества топлива и норм выбросов вредных веществ; ориентацию на развитие общественного транспорта; оптимизацию маршрутов и режимов движения городского общественного транспорта; улучшение качества дорожного покрытия; оптимизацию светофорного регулирования; повышение коэффициента использования грузоподъёмности автомобиля (применение прицепов и полуприцепов, использование для перевозки мелких партий груза автомобилей малой грузоподъёмности, использование специализированного подвижного состава) и пр.

### 5.6 Контроль за образованием и размещением отходов.

Порядок обращения со строительными отходами определен рационально.

В процессе строительных работ предусматривается образование, сбор, хранение и утилизация отходов разных классов опасности.

Доставка основных и вспомогательных строительных материалов, их перемещение по территории стройплощадки осуществляются в основном с помощью автотранспорта.

Расчет количества отходов, образующихся в процессе проведения строительных работ, произведен на персональном компьютере с использованием программного комплекса серии «Эколог» - «Отходы строительства» версия 1,0.

Твердые отходы, образующиеся в процессе проведения строительномонтажных работ, приведены в таблице 1.8

таблица 1.8

Код ФККО <sup>ж</sup>	Наименование	Количество отходов т/период	Способ утилизации
35121601 01 99 5	Огарки сварочных электродов	0.37	Вывоз на договорной основе
314 048 00 01 99 4	Шлак сварочный	0.17	Вывоз на договорной основе

Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Взам. инв.  
 Инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. №

Код ФККО <sup>ж</sup>	Наименование	Количество отходов т/период	Способ утилизации
31405502 01 99 5	Отходы цемента в кусковой форме	0.0001 26	Вывоз на договорной основе
35120101 01 99 5	Лом стальной несортированный	6.26	Вывоз на договорной основе
549 012 00 01 00 4	Отходы битума, в твердой форме	17.43	Вывоз на договорной основе
17120500 01 00 4	Отходы древесных строительных материалов	0.87	Вывоз на договорной основе
314 015 00 08 99 5	Отходы незагрязненного песка	14.16	Вывоз на договорной основе
351 216 01 01 99 5	Отходы бетона в кусковой форме	819.42	Вывоз на договорной основе
Код по классификационному каталогу отходов г. Москвы 555 013 00 02 01 3	Лаки и краски старые, затвердевшие материалы	0.0021	Вывоз на договорной основе
314 009 02 01 99 5	Строительный щебень, потерявший потребительские свойства	10.15	Вывоз на договорной основе
*Коды отходов приняты в соответствии с «Федеральным классификационным каталогом отходов», утв. Приказом МНР РФ от 2.12.2002 г. № 786			

Годовое количество бытовых отходов (мусор от бытовых помещений организаций несортированный), образующихся в результате жизнедеятельности строителей, определяется по формуле:

$$M = N \times m \times p \text{ т/год, где:}$$

Инд. № Подп. и дата Подп. и дата Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

N – численность работающих, чел. (91 чел.);  
 M – удельная норма образования отходов на человека, м<sup>3</sup>/год (0,25);  
 P – плотность отходов, т/м<sup>3</sup> (0,2).

**Расчёт:**

$$M = (91 \times 0,25 \times 0,2) \times \frac{7}{12} = 2,64 \text{ т/период}$$

На территории строительной площадки организуются места временного хранения (накопления) отходов (открытые площадки), откуда они по мере накопления вывозятся на предприятия, осуществляющие переработку или захоронение отходов.

При организации мест временного хранения (накопления) отходов приняты меры по обеспечению экологической безопасности.

До момента отправки отходов на переработку на другие предприятия или полигоны захоронения предусматривается временное хранение отходов на территории строительства в местах, специально обустроенных для этих целей в соответствии с действующими нормами и правилами.

Правила экологической безопасности и техники безопасности при сборе, транспортировке, хранении и порядке накопления отходов регламентируются:

- санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», введенными в действие Постановлением Минздрава РФ №81 от 30.04.2003 г.;

- правилами пожарной безопасности в РФ.
- Способы временного хранения токсичных отходов определены СанПиН 2.1.7.1322-03 (п. 3.5), который предусматривает способ временного хранения отходов в зависимости от класса их опасности: так, вещества IV класса опасности могут храниться открыто (навалом, насыпью).

Образующиеся в результате строительства твердые отходы, упорядоченно складироваться в местах временного накопления.

ОТХОДЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.



В процессе эксплуатации наземной автостоянки (100м/мест) образуются следующие виды отходов:

- мусор, смет с территории замасленный
- песок, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более);
- мусор от бытовых помещений организаций несортированный – IV класса опасности.

**Мусор, смет с территории замасленный**

Для основных расчетов нормативной массы по удельным показателям образования отхода применяется стандартная формула:

$$M=Q \cdot N, \text{ где}$$

M – нормативное количество образования отхода, т/год;

Q – площадь твердого покрытия, м<sup>2</sup>;

N – удельный норматив образования отхода, доли от единицы.

Норматив образования сметы с территории в соответствии со СНиП 2.07.01 - 89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. M, 2000 г (приложение 11) составляет 5 кг/ м<sup>2</sup>.

Площадь твердого покрытия – 1894 м<sup>2</sup>.

$$M= 1894 \text{ м}^2 \times 5 \text{ кг/м}^2 = 9470 \text{ кг/год или } 9,5 \text{ т/год.}$$

Смет собирается совместно с ТБО в типовые металлические контейнеры, установленные на специально оборудованной площадке, и подлежит вывозу на полигон ТБО.

**Песок, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более)**

Замасленный песок образуется при ликвидации аварийных проливов масел и бензина.

Масса чистого песка на 1 м<sup>2</sup> составляет 0,5 кг.

Площадь обрабатываемой территории автостоянки принимаем равной 100 м<sup>2</sup>.

Принимая вероятность пролива 10% от 365 рабочих дней в году, количество замасленного песка составит:

$$0,5 \times 100 \times 365 \times 0,1 = 1825 \text{ кг/год или } 1,83 \text{ т/год}$$

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист
----	------	------------	----------	------	-----------------------	------

Песок, загрязненный маслами, собирается в типовой металлический ящик, установленный на оборудованной площадке с водонепроницаемым покрытием. Замасленный песок подлежит вывозу на спецпредприятие на договорной основе.

### Мусор от бытовых помещений несортированный

Годовое количество ТБО для стоянки составит:

$$M_{\text{отх.}} = 22 \times 226 = 4972 \text{ кг/год,}$$

где: 22 кг/год – норма накопления ТБО на 1 машино-место;

226 – количество машино-мест на открытой стоянке.

Годовой объем ТБО для автостоянки составит:  $4972 \text{ кг/год} / 140 \text{ кг/м}^3 = 35,51 \text{ м}^3$ ,

где:  $140 \text{ кг/м}^3$  – средняя плотность ТБО.

Дневной объем ТБО составит:  $35,51 \text{ м}^3 / 365 = 0,098 \text{ м}^3$ .

Необходимое количество контейнеров составит:  $0,098 \text{ м}^3 / 0,75 \text{ м}^3 = 0,13$  шт в день, то есть 2 контейнера,

где  $0,75 \text{ м}^3$  – емкость контейнера.

Вывоз ТБО на свалку осуществляется специализированным автотранспортом на договорных условиях.

Характеристика, количество и способ утилизации нетехнологических твердых отходов приведены в таблице 1.9.

таблица 1.9

код ФККО	Наименование	Количество отходов в год, т	Способ утилизации
314 023 03 04 03 3	Песок, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более)	1,83	На полигон ТБО
912 001 00 01 00 4 (в соответствии с ККО г. Москвы)	Мусор, смет с территории замасленный	9,5	На полигон ТБО
91200400 01 00 4	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный	2,2	На полигон ТБО

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Взам. инв.  
 Подп. и дата  
 Инв. №

При соблюдении санитарных норм и правил при обустройстве площадок временного накопления образующихся отходов и их своевременном вывозе на утилизацию негативное воздействие отходов на окружающую среду будет минимальным.

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

## 5.7.Список используемой литературы

1. ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения. Постановление Госстандарта СССР от 23.02.1984 №587.
2. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
3. ГОСТ 21393-75. Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений (с изменениями №2 от 2000 года).50
4. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.
5. ГОСТ Р 52033-2003. Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния.
6. «Экология» Потапов Л.Д., М., Высшая школа, 2000.
- 7.«Охрана окружающей среды в строительстве» Журавлев В.П., Серпокрылов Н.С., Пушенко С.Л., М., АСВ, 1995.
8. Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Санкт – Петербург, 2005.
9. О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него. Постановление Правительства РФ от 02.03.00 №183.
- 10.О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 октября 2000 года №818.
- 11.О правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 июня 2000 года № 461.

Интв. №	Интв. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Подп. и дата
---------	---------	------------	--------------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.№	Подп.По	Дата
----	------	-----------	---------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

# 1 Расчет плиты покрытия

## 1.1 Задание на проектирование

Необходимо запроектировать покрытие из клефанерных утепленных плит и несущих конструкций сегментных ферм над центральными отапливаемыми помещениями здания крытого теннисного корта.

- Проектируемая конструктивная система – каркасная;
- Проектируемый пролет (по координатным осям) 36м. Шаг колонн вдоль пролета 6,0м. Количество ферм вдоль здания – 14;
- Район строительства – г. Нижний Новгород;
- Температурно-влажностные условия эксплуатации конструкций:
- относительная влажность воздуха  $\varphi=65\div 75\%$ ;
- температура воздуха  $t=18C^{\circ}$ .

## 1.2 Выбор конструктивного решения

Горизонтальными несущими конструкциями принятой каркасной системы являются сегментные металлодеревянные фермы пролетом 35,5м и клефанерные плиты покрытия номинальным размером 6,0x1,0м. Эти конструкции воспринимают приходящиеся на них вертикальные и горизонтальные нагрузки и передают их на вертикальные несущие конструкции – монолитные железобетонные колонны сечением 500x500мм, высотой 15м, установленные с шагом 6м вдоль пролета в 36м, которые в свою очередь передают эти нагрузки через фундаменты основанию.

## 1.3 Конструкция плиты

Конструкцию плиты покрытия принята аналогичной существующим типам (серия ПКД-01-04). Каркас плиты выполняется из трех продольных (несущих) ребер сечением 193x44мм (из досок до острожки 200x50мм) и пяти поперечных ребер (ребер жесткости) сечением 119x44мм (из досок до острожки 125x50мм). Все ребра изготавливаются из древесины сосны II-го сорта.

Обшивки проектируем из березовой клееной фанеры повышенной водостойкости марки ФСФ сорта В/ВВ. Назначаем толщину верхней обшивки 9мм, нижней - 8мм.

Обшивки приклеиваются к ребрам при помощи клея ФР-12 (ТУ- 05-1748-75).

Утеплитель - минераловатные плиты на синтетическом связующем (с плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>) по ГОСТ 9573-72, толщиной 80мм.

Пароизоляция - обмазочная, битумная.

Ширину площадок опирания плиты на нижележащую конструкцию принимаем в расчет  $a_{оп}=60$ мм.

## 1.4 Исходные данные для расчета и проектирования

- Расчетный пролет плиты покрытия:

$$l=1_n - 2 \frac{a_{оп}}{2} = 5980 - 2 \frac{60}{2} = 5920 \text{ мм} = 5,92 \text{ м};$$

- Расчетная ширина плиты согласно п.4.25 [1]:

$$l_n = 5,98 \text{ м} > 6 \cdot a = 6 \cdot 0,463 = 2,78 \text{ м} \Rightarrow b_{расч.} = 0,9 \cdot b_{ф.в.} = 0,9 \cdot 0,97 = 0,873 \text{ м};$$

Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
№	№	№	№	№
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

- Расчетное сопротивление изгибу досок 2-го сорта:

$$R_u = 130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 13 \text{МПа};$$

- Расчетное сопротивление скалыванию досок 2-го сорта:

$$R_{\text{ск}} = 16 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 1,6 \text{МПа};$$

- Расчетное сопротивление фанеры толщиной 8мм и более сжатию:

$$R_{\text{ф.с.}} = 120 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 12 \text{МПа};$$

- Расчетное сопротивление фанеры толщиной 8мм и более скалыванию ВДОЛЬ ВОЛОКОН:

$$R_{\text{ф.ск.}} = 8 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 0,8 \text{МПа};$$

- Расчетное сопротивление фанеры толщиной 8мм и более растяжению ВДОЛЬ ВОЛОКОН:

$$R_{\text{ф.р.}} = 140 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 14 \text{МПа};$$

- Расчетное сопротивление фанеры толщиной 8мм и более изгибу из плоскости листа поперек волокон наружных слоев:

$$R_{\text{ф.и.,90}} = 65 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 6,5 \text{МПа};$$

- Расчетный модуль упругости фанеры вдоль волокон:

$$E_{\text{ф}} = 0,9 \cdot 10^5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 9000 \text{МПа};$$

- Расчетный модуль упругости фанеры вдоль волокон:

$$E_{\text{д}} = 10^5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 10000 \text{МПа}.$$

## 1.5 Геометрические параметры сечения плиты

Согласно действующим нормам, плита рассматривается как монолитная композитная конструкция (клеевые соединения продольных ребер с обшивкой не имеют податливости), состоящую из древесины и фанеры. Поэтому расчет ее производится как для цельного двутаврового или таврового сечения. Однако, поскольку рассчитываемая плита на карнизных участках работает на криволинейный изгиб, целесообразно рассматривать в расчете фактическую форму ее сечения.

Так как требуется выполнить проверки прочности элементов из разных материалов, вычислим геометрические характеристики сечения, приведенные к материалу рассчитываемой конструкции.

Коэффициентом приведения к фанере служит отношение модулей упругости:

$$\mu_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{д}}}{E_{\text{ф}}} = \frac{10^5}{0,9 \cdot 10^5} = 1,11.$$

### 1.5.1 Определение положения оси X-X сечения плиты с обшивками разной толщины

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №
и	и		
и	и		
и	и		

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист

- Статический момент верхней обшивки относительно нижней грани плиты:

$$S_0^{\text{ф.в.}} = \delta_{\text{ф.в.}} \cdot b_{\text{расч}} \cdot \left( \frac{\delta_{\text{ф.в.}}}{2} + h_p + \delta_{\text{ф.н.}} \right) = 0,9 \cdot 87,3 \cdot \left( \frac{0,9}{2} + 19,4 + 0,8 \right) = 1622,5 \text{ см}^3;$$

- Статический момент нижней обшивки относительно нижней грани плиты:

$$S_0^{\text{ф.н.}} = \delta_{\text{ф.н.}} \cdot b_{\text{расч}} \cdot \frac{\delta_{\text{ф.н.}}}{2} = 0,8 \cdot 87,3 \cdot \frac{0,8}{2} = 23,8 \text{ см}^3 = 27,9 \text{ см}^3;$$

- Статический момент продольных ребер относительно нижней грани плиты, приведенные к фанере:

$$S_{0,\text{пр.ф}}^{\text{р.}} = \sum b_p \cdot h_p \cdot \left( \frac{h_p}{2} + \delta_{\text{ф.н.}} \right) \cdot \Pi_{\text{пр}} = 3 \cdot 4,4 \cdot 19,4 \cdot \left( \frac{19,4}{2} + 0,8 \right) \cdot 1,11 = 2984,6 \text{ см}^3;$$

- Статический момент всего сечения относительно нижней грани плиты, приведенные к фанере:

$$S_0 = S_0^{\text{ф.в.}} + S_0^{\text{ф.н.}} + S_{0,\text{пр.ф}}^{\text{р.}} = 1622,5 + 27,9 + 2984,6 = 4635 \text{ см}^3;$$

- Расстояние от нижней грани плиты до центральной оси X-X:

$$y_0 = \frac{S_0}{\delta_{\text{ф.в.}} \cdot b_{\text{расч.}} + \delta_{\text{ф.н.}} \cdot b_{\text{расч.}} + \sum b_{\text{р.пр}} \cdot h_p \cdot \Pi_{\text{пр}}} = \frac{4635}{0,9 \cdot 87,3 + 0,8 \cdot 87,3 + 3 \cdot 4,4 \cdot 19,4 \cdot 1,11} = 11,46 \text{ см.}$$

### 1.5.2 Моменты инерции, приведенные к фанере

- Момент инерции верхней обшивки относительно оси X-X:

$$J_x^{\text{ф.в.}} = \delta_{\text{ф.в.}} \cdot b_{\text{расч.}} \cdot \left( h_p + \delta_{\text{ф.н.}} + \frac{\delta_{\text{ф.в.}}}{2} - y_0 \right)^2 = 0,9 \cdot 87,3 \cdot \left( 19,4 + 0,8 + \frac{0,9}{2} - 11,46 \right)^2 = 6635,7 \text{ см}^4 = 6635,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции нижней обшивки относительно оси X-X:

$$J_x^{\text{ф.н.}} = \delta_{\text{ф.н.}} \cdot b_{\text{расч.}} \cdot \left( y_0 - \frac{\delta_{\text{ф.н.}}}{2} \right)^2 = 0,8 \cdot 87,3 \cdot \left( 11,46 - \frac{0,8}{2} \right)^2 = 8543,1 \text{ см}^4 = 8543,1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции продольных ребер относительно оси X-X, приведенный к фанере:

$$J_{x,\text{пр.ф}}^{\text{р.}} = \sum \left( \frac{b_p \cdot h_p^3}{12} + b_p \cdot h_p \cdot \left( y_0 - \delta_{\text{ф.н.}} - \frac{h_p}{2} \right)^2 \right) \cdot \Pi_{\text{пр}} = 3 \cdot \left( \frac{4,4 \cdot 19,4^3}{12} + 4,4 \cdot 19,4 \cdot \left( 11,46 - 0,8 - \frac{19,4}{2} \right)^2 \right) \cdot 1,11 = 9176,9 \text{ см}^4 = 9176,9 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции всего сечения относительно оси X-X, приведенный к фанере:

Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист



$$J_{x, \text{нр.ф.}} = J_x^{\text{ф.в.}} + J_x^{\text{ф.н.}} + J_{x, \text{р.ф.}}^p = 6635,7 + 8543,1 + 9176,9 = 24355,7 \text{ см}^4 = 24355,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции верхней обшивки относительно оси У-У:

$$J_y^{\text{ф.в.}} = \frac{\delta_{\text{ф.в.}} \cdot b_{\text{ф.в.}}^3}{12} = \frac{0,9 \cdot 97^3}{12} = 68450,5 \text{ см}^4 = 68450,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции нижней обшивки относительно оси У-У:

$$J_y^{\text{ф.н.}} = \frac{\delta_{\text{ф.н.}} \cdot b_{\text{ф.н.}}^3}{12} = \frac{0,8 \cdot 97^3}{12} = 60844,9 \text{ см}^4 = 60844,9 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции продольных ребер относительно оси У-У, приведенный к фанере:

$$J_{y, \text{нр.ф.}}^p = \sum \left( \frac{h_p \cdot b_p^3}{12} + h_p \cdot b_p \cdot a^2 \right) \cdot n_{\text{нр}} = \left( 3 \cdot \frac{19,4 \cdot 4,4^3}{12} + 2 \cdot 19,4 \cdot 4,4 \cdot 46,3^2 \right) \cdot 1,11 = 406686,1 \text{ см}^4 = 406686,1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции всего сечения относительно оси Х-Х, приведенный к фанере:

$$J_{y, \text{нр.ф.}} = J_y^{\text{ф.в.}} + J_y^{\text{ф.н.}} + J_{y, \text{р.ф.}}^p = 68450,5 + 60844,9 + 406686,1 = 535981,5 \text{ см}^4 = 535981,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

### 1.5.3 Моменты инерции, приведенные к древесине

- Момент инерции верхней обшивки относительно оси Х-Х, приведенный к древесине:

$$J_{x, \text{нр.д}}^{\text{ф.в.}} = \delta_{\text{ф.в.}} \cdot b_{\text{расч.}} \cdot \left( h_p + \delta_{\text{ф.н.}} + \frac{\delta_{\text{ф.в.}}}{2} - y_o \right)^2 \cdot \frac{1}{n_{\text{нр}}} = 0,9 \cdot 87,3 \cdot \left( 19,4 + 0,8 + \frac{0,9}{2} - 11,46 \right)^2 \cdot \frac{1}{1,11} = 5978,1 \text{ см}^4 = 5978,1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции нижней обшивки относительно оси Х-Х, приведенный к древесине:

$$J_{x, \text{нр.д}}^{\text{ф.н.}} = \delta_{\text{ф.н.}} \cdot b_{\text{расч.}} \cdot \left( y_o - \frac{\delta_{\text{ф.н.}}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{n_{\text{нр}}} = 0,8 \cdot 87,3 \cdot \left( 11,46 - \frac{0,8}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{1,11} = 7696,5 \text{ см}^4 = 7696,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции продольных ребер относительно оси Х-Х:

$$J_x^p = \sum \left( \frac{b_p \cdot h_p^3}{12} + b_p \cdot h_p \cdot \left( y_o - \delta_{\text{ф.н.}} - \frac{h_p}{2} \right)^2 \right) = 3 \cdot \left( \frac{4,4 \cdot 19,4^3}{12} + 4,4 \cdot 19,4 \cdot \left( 11,46 - 0,8 - \frac{19,4}{2} \right)^2 \right) = 8267,5 \text{ см}^4 = 8267,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции всего сечения относительно оси Х-Х, приведенный к древесине:

$$J_{x, \text{нр.д}} = J_{x, \text{нр.д}}^{\text{ф.в.}} + J_{x, \text{нр.д}}^{\text{ф.н.}} + J_x^p = 5978,1 + 7696,5 + 8267,5 = 21942,1 \text{ см}^4 = 21942,1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.
Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. №	Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

- Момент инерции верхней обшивки относительно оси У-У, приведенный к древесине:

$$J_{у,пр.д}^{ф.в.} = \frac{\delta_{ф.в.} \cdot b_{ф.в.}^3}{12} \cdot \frac{1}{n_{пр}} = \frac{0,9 \cdot 97^3}{12} \cdot \frac{1}{1,11} = 61667,1 \text{ см}^4 = 61667,1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции нижней обшивки относительно оси У-У, приведенный к древесине:

$$J_{у,пр.д}^{ф.н.} = \frac{\delta_{ф.н.} \cdot b_{ф.н.}^3}{12} \cdot \frac{1}{n_{пр}} = \frac{0,8 \cdot 97^3}{12} \cdot \frac{1}{1,11} = 54815,2 \text{ см}^4 = 54815,2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции продольных ребер относительно оси У-У:

$$J_y^p = \sum \left( \frac{h_p \cdot b_p^3}{12} + h_p \cdot b_p \cdot a^2 \right) = \left( 3 \cdot \frac{19,4 \cdot 4,4^3}{12} + 2 \cdot 19,4 \cdot 4,4 \cdot 46,3^2 \right) = 366383,9 \text{ см}^4 = 366383,9 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

- Момент инерции всего сечения относительно оси У-У, приведенный к древесине:

$$J_{у,пр.д} = J_{у,пр.д}^{ф.в.} + J_{у,пр.д}^{ф.н.} + J_y^p = 61667,1 + 54815,2 + 366383,9 = 482866,2 \text{ см}^4 = 482866,2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

#### 1.5.4 Моменты сопротивления

- Момент сопротивления всего сечения относительно оси Х-Х, для верхней грани плиты, приведенный к фанере:

$$W_{х,пр.ф.}^{верх} = \frac{J_{х,пр.ф.}}{h_{п} - y_0} = \frac{23355,7}{21,1 - 11,46} = 2526,5 \text{ см}^3 = 2526,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

- Момент сопротивления всего сечения утепленной плиты с нижней обшивкой относительно оси Х-Х, для верхней грани плиты, приведенные к фанере:

$$W_{х,пр.ф.}^{нижн} = \frac{J_{х,пр.ф.}}{y_0} = \frac{24355,7}{11,46} = 2125,3 \text{ см}^3 = 2125,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

- Момент сопротивления всего сечения относительно оси У-У, приведенный к фанере:

$$W_{у,пр.ф.}^{нижн} = \frac{I_{у,пр.ф.}}{b_{ф.в.}} \cdot 2 = \frac{535981,5}{97} \cdot 2 = 11051,2 \text{ см}^3 = 11051,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

- Момент сопротивления всего сечения относительно оси У-У, приведенный к древесине:

$$W_{у,пр.д.}^{нижн} = \frac{I_{у,пр.д.}}{b_{ф.в.}} \cdot 2 = \frac{482866,2}{97} \cdot 2 = 9956,0 \text{ см}^3 = 9956,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

#### 1.5.5 Статические моменты

- Статический момент верхней обшивки относительно оси Х-Х:

$$S_x^{ф.в.} = b_{расч} \cdot \delta_{ф.в.} \cdot \left( h_{п} - y_0 - \frac{\delta_{ф.в.}}{2} \right) = 87,3 \cdot 0,9 \cdot \left( 21,1 - 11,46 - \frac{0,9}{2} \right) = 722,1 \text{ см}^3 = 722,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
инв.	инв.	инв.	инв.	инв.
№	№	№	№	№
и	и	и	и	и
и	и	и	и	и

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

• Статический момент части сечения плиты выше оси Х-Х относительно этой оси, приведенный к древесине:

$$S_{x, \text{пр.д.}} = b_{\text{расч}} \cdot \delta_{\text{ф.в.}} \cdot \left( h_{\text{п}} - y_0 - \frac{\delta_{\text{ф.в.}}}{2} \right) \cdot \frac{1}{\Pi_{\text{пр}}} + \sum b_{\text{п}} \cdot \frac{(h_{\text{п}} + \delta_{\text{ф.н.}} - y_0)^2}{2} =$$

$$= 87,3 \cdot 0,9 \cdot \left( 21,1 - 11,46 - \frac{0,9}{2} \right) \cdot \frac{1}{1,11} + 3 \cdot 4,4 \cdot \frac{(19,4 + 0,8 - 11,46)^2}{2} = 1154,7 \text{ см}^3 =$$

$$= 1154,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

1.6 Подсчет нагрузок на плиту

### 1.6.1 Постоянная нагрузка

Номинальный нормативный вес конструкций или отдельных конструктивных элементов плиты приходящейся на единицу покрытия определяется по формулам:

$$g_{\text{с.в.}} = V \cdot \rho / b_{\text{н}} \cdot l_{\text{н}}; [\text{кгс} / \text{м}^2]$$

Здесь:

$\rho$  - плотность материала,  $\text{кгс} / \text{м}^3$ ;

$b_{\text{н}}$  - номинальная ширина плиты, м;

$l_{\text{н}}$  - номинальная длина плиты, м.

При непрерывности элемента по всему покрытию и постоянной его толщине:

$$g_{\text{с.в.}} = \delta \cdot \rho, [\text{кгс} / \text{м}^2]$$

Здесь:

$\delta$  - толщина конструкции, м.

### 1.6.2 Снеговая нагрузка

Расчетная снеговая нагрузка  $S_g$  на  $1 \text{ м}^2$  земли определяется по табл. 4 [2].

Расчетная снеговая нагрузка  $S$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной проекции покрытия:

$$S = S_g \cdot \mu_2, [\text{кгс} / \text{м}^2]$$

$$\mu_2 = 2,4 \cdot \sin(1,4 \cdot \alpha);$$

$$\alpha = \varphi_0 / 2;$$

Здесь  $S_g$  - расчетная снеговая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  поверхности земли;

$\mu_2$  - коэффициент перехода к нагрузке на покрытие;

$\varphi_0$  - центральный угол дуги верхнего пояса,  $\varphi_0 = 73,74^\circ$ .

Длительная снеговая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной проекции покрытия:

$$S_{\text{пон.}} = S_g \cdot \mu_2 \cdot K_{\text{пон.}}, [\text{кгс} / \text{м}^2];$$

$K_{\text{пон.}} = 0,5$  - коэффициент перехода к пониженной нормативной снеговой нагрузке.

Понижающий коэффициент для снеговой нагрузки, учитывающий сдувание снега ветром и определяемый скоростью ветра в районе строительства по п.5.5 [2] не вводится, так как

$$\frac{h}{l} = \frac{6}{36} = 0,167 > 0,05.$$

Инва. №	Инва. №	Инва. №	Инва. №	Инва. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Нагрузки на 1м<sup>2</sup> покрытия сведены в табл. 1.6.1.

**Подсчёт нагрузок на плиту**

Таблица 1.6.1

Элементы и нагрузки	$g^H, \frac{кгс}{м^2}$	$\gamma_f$	$g, \frac{кгс}{м^2}$
1	2	3	4
<b>Постоянные нагрузки</b>			
<b>1 Рулонная кровля</b>			
1.1 Два слоя техноэласта 3кгс/м <sup>2</sup> х2 слоя толщиной 5мм	6,0	1,2	7,2
<b>2 Плита</b>			
2.1 Обшивка из березовой фанеры $(\delta_{ф.в.} + \delta_{ф.н.}) \cdot \rho_{ф} = (0,009 + 0,008) \cdot 700$	11,9	1,1	13,1
2.2 Продольные ребра из древесины сосны $\frac{n_p \cdot b_p \cdot h_p \cdot l_p \cdot \rho_d}{b_n \cdot l_n} = \frac{3 \cdot 0,044 \cdot 0,194 \cdot 5,98 \cdot 500}{1,0 \cdot 6,0}$	12,8	1,1	14,1
2.3 Поперечные ребра из древесины сосны $\frac{n_{п.р.} \cdot b_{п.р.} \cdot h_{п.р.} \cdot a' \cdot \rho_d}{b_n \cdot l_n} = \frac{10 \cdot 0,044 \cdot 0,119 \cdot 5,98 \cdot 500}{1,0 \cdot 6,0}$	1,8	1,1	2,0
2.4 Утеплитель (минвата, $\rho=100кгс/м^3$ ) $\frac{8 \cdot (0,419 \cdot 1,41 \cdot 0,08) \cdot 100}{1,0 \cdot 6,0}$	6,3	1,2	7,6
2.5 Пароизоляция обмазочная битумная 0,0015м · 1300кгс/м <sup>3</sup>	2,0	1,2	2,4
2.6 Слой изопласта толщиной 5мм на гвоздях	3,0	1,2	3,6
<b>3 Всего постоянная нагрузка на 1м<sup>2</sup> покрытия</b>	<b>43,8</b>	<b>-</b>	<b>50,0</b>
<b>Временные нагрузки (на карнизную плиту)</b>			
4 Расчетная снеговая нагрузка по 2 варианту распределения $S = S_g \cdot 2,4 \cdot \sin(1,4 \cdot \alpha) \cdot \cos \alpha = 240 \cdot 2,4 \cdot \sin(1,4 \cdot 36,87) \cdot \cos 36,87$	-		361,2

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
№ докум. №	№ докум. №	№ докум. №	№ докум. №	№ докум. №
Подп. По	Подп. По	Подп. По	Подп. По	Подп. По
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

5	Пониженная снеговая нагрузка по 2 варианту распределения	180,6	-
$S_{\text{пон}} = S_g \cdot 2,4 \cdot \sin(1,4 \cdot \alpha) \cdot K_{\text{пон}} \cdot \cos \alpha =$			
<b>6 Полная нагрузка на 1м<sup>2</sup> покрытия</b>		<b>224,4</b>	<b>411,2</b>
$g^H + S_{\text{пон}}; g + S$			
<b>7 Нормальная составляющая полной нагрузки по п. 6</b>		<b>179,5</b>	<b>329,0</b>
$\times \cos 36,87$			
<b>8 Скатная составляющая полной нагрузки по п. 6</b>		<b>134,6</b>	<b>246,7</b>
$\times \sin 36,87$			

### 1.7 Расчетные усилия в карнизной плите

Расчётные значения внутренних усилий в плите определяем как в простой балке двутаврового сечения:

$$M_{\perp} = \frac{q_{\perp} \cdot \ell_{\text{расч}}^2}{8} = \frac{329 \cdot 5,92^2}{8} = 1441,3 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$M_{\parallel} = \frac{q_{\parallel} \cdot \ell_{\text{расч}}^2}{8} = \frac{246,7 \cdot 5,92^2}{8} = 1080,7 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$Q_{\perp} = \frac{q_{\perp} \cdot \ell_{\text{расч}}}{2} = \frac{329 \cdot 5,92}{2} = 973,8 \text{ кгс};$$

$$Q_{\parallel} = \frac{q_{\parallel} \cdot \ell_{\text{расч}}}{2} = \frac{246,7 \cdot 5,92}{2} = 730,2 \text{ кгс}.$$

### 1.8 Расчёт плиты на прочность и жесткость

#### 1.8.1 Проверка нижней обшивки на растяжение

$$\left( \frac{M_{\perp}}{W_{\text{у.пр.ф.}}^{\text{нижн}}} + \frac{M_{\parallel}}{W_{\text{у.пр.ф.}}} \right) \cdot \gamma_{\text{п}} = \left( \frac{1441,3 \cdot 100}{2125,3} + \frac{1080,7 \cdot 100}{11051,2} \right) \cdot 0,95 =$$

$$= 73,7 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 7,37 \text{ МПа} < R_{\text{ф.р.}} \cdot m_{\text{ф}} = 140 \cdot 0,6 = 84 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 8,4 \text{ МПа}.$$

Инв. №	Подп. и дата
Взам. инв.	
Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

### 1.8.2 Проверка продольного ребра на изгиб

$$\left( \frac{M_{\perp}}{J_{x, \text{пр.ф.}}} \cdot (y_0 - \delta_{\text{ф.н.}}) + \frac{M_{\parallel}}{W_{y, \text{пр.ф.}}} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{1441,3 \cdot 100}{21942,1} \cdot (11,46 - 0,8) + \frac{1080,7 \cdot 100}{9956,0} \right) \cdot 0,95 =$$
$$= 76,8 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 7,68 \text{МПа} < R_{\text{и}} = 130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 13 \text{МПа.}$$

### 1.8.3 Проверка верхней обшивки на устойчивость

$$\left( \frac{M_{\perp}}{W_{x, \text{пр.ф.}}^{\text{верх}}} \cdot \frac{1}{\phi} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{1441,3 \cdot 100}{2526,5} \cdot \frac{1}{0,566} \right) \cdot 0,95 = 95,8 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} =$$
$$= 9,58 \text{МПа} < R_{\text{ф.с.}} = 120 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 12 \text{МПа.}$$

$$\frac{a'}{\delta_{\text{ф.в.}}} = \frac{41,9}{0,9} = 46,5 < 50, \rightarrow \varphi_{\phi} = 1 - \frac{(a' / \delta_{\text{ф.в.}})^2}{5000} = 1 - \frac{46,5^2}{5000} = 0,566.$$

### 1.8.4 Проверка верхней обшивки на местный изгиб

Дополнительно верхняя фанерная обшивка плиты проверяется на местный изгиб от сосредоточенного груза 100кгс:

$$P = P_n \cdot \gamma_f = 100 \cdot 1,2 = 120 \text{кгс};$$

$$M' = \frac{P \cdot a'}{8} = \frac{120 \cdot 0,419}{8} = 6,29 \text{кгс} \cdot \text{м};$$

$$W' = \frac{100 \cdot \delta_{\text{ф.в.}}^2}{6} = \frac{100 \cdot 0,9^2}{6} = 13,5 \text{см}^3 = 13,5 \cdot 10^{-6} \text{м}^3;$$

$$\left( \frac{M'}{W'} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{6,29 \cdot 100}{13,5} \right) \cdot 0,95 = 44,3 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 4,43 \text{МПа} < R_{\text{ф.и.,90}} \cdot m_n =$$
$$= 65 \cdot 1,2 = 78 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 7,8 \text{МПа.}$$

### 1.8.5 Проверка прочности клеевого шва между верхней обшивкой и ребрами на скалывание

$$\left( \frac{Q_{\perp} \cdot S_x^{\text{ф.в.}}}{J_{x, \text{пр.ф.}} \cdot \sum b_p} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{973,8 \cdot 722,1}{24335,7 \cdot 3 \cdot 4,4} \right) \cdot 0,95 = 2,1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 0,21 \text{МПа} <$$
$$< R_{\text{ф.ск.}} = 8 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 0,8 \text{МПа}$$

### 1.8.6 Проверка древесины ребер на скалывание по нейтральному слою

$$\frac{Q_{\perp} \cdot S_{x, \text{пр.д.}} \cdot \gamma_n}{I_{x, \text{пр.д.}} \cdot \sum b_p} = \frac{973,8 \cdot 1154,7 \cdot 0,95}{21942,1 \cdot 3 \cdot 4,4} = 3,7 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 0,37 \text{МПа} < R_{\text{ск.}} = 16 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 1,6 \text{МПа.}$$

Прочность плиты обеспечена.

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

### 1.9 Расчет плиты на жесткость

В соответствии с п.п. 4.33. и 4.34. [1] прогиб плиты определяется с учётом деформаций сдвига по формуле:

$$f = \frac{f_0}{K} \cdot \left[ 1 + c \cdot \left( \frac{h_p}{\ell} \right)^2 \right] = \frac{1,38}{1,0} \cdot \left[ 1 + 19,2 \cdot \left( \frac{21,1}{592} \right)^2 \right] \cdot 0,95 = 1,82 \text{ см} < f_u \approx \frac{592}{200} = 2,96 \text{ см};$$

$$f_0 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\perp}^H \cdot \ell^4}{0,7 \cdot E_{\phi} \cdot J_{x, \text{пр.}\phi.}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{179,5 \cdot 10^{-2} \cdot 592^4}{0,7 \cdot 0,9 \cdot 10^9 \cdot 24355,7} = 1,87 \text{ см};$$

$$c = (45,3 - 6,9 \cdot \beta) \cdot \gamma = (45,3 - 6,9 \cdot 1,0) \cdot 0,5 = 19,2;$$

$$\gamma = \frac{b_{\text{расч}} \cdot (\delta_{\phi.в.} + \delta_{\phi.н.})}{3 \cdot b_p \cdot \left( h_p + \frac{\delta_{\phi.в.} + \delta_{\phi.н.}}{2} \right) \cdot \pi_{\text{пр}}} = \frac{87,3 \cdot (0,9 + 0,8)}{3 \cdot 4,4 \cdot \left( 19,4 + \frac{0,9 + 0,8}{2} \right) \cdot 1,11} = 0,5.$$

В соответствии с п. 4.32. [1], плита покрытия удовлетворяет требованиям жёсткости.

Результаты расчета плиты занесены в сводную табл. 1.9.1

### Сводная таблица данных по расчету плиты

Таблица 1.9.1

Исходные данные и наименование проверок	Фактическое значение	Предельно допустимое значение
1	2	3
Пролет плиты, м	6,0	-
Расчетная снеговая нагрузка на 1м <sup>2</sup> поверхности земли, кгс/см <sup>2</sup>	240	-
Сечение продольных ребер, мм	194x44	-
Толщина верхней обшивки; нижней обшивки	9;8	-
Коэффициенты условий работы	m <sub>п</sub> =1,0; m <sub>в</sub> =1,0; m <sub>д</sub> =1,0;	
Проверка нижней обшивки на растяжение, кгс/см <sup>2</sup>	73,7	84
Проверка продольного ребра на изгиб, кгс/см <sup>2</sup>	76,8	130
Проверка верхней обшивки на устойчивость, кгс/см <sup>2</sup>	95,8	120
Проверка верхней обшивки на местный изгиб, кгс/см <sup>2</sup>	44,3	78
Проверка прочности клеевого шва, кгс/см <sup>2</sup>	2,1	8
Проверка древесины ребер на скалывание, кгс/см <sup>2</sup>	3,7	16
Проверка плиты на жесткость, см	1,82	2,96

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

## 2 Проектирование и статический расчет фермы

### 2.1 Исходные данные для проектирования фермы

В соответствии с заданием требуется рассчитать и запроектировать металлодеревянную сегментную ферму с разрезным клееным верхним и металлическим нижним поясами.

Ширина пролета  $L = 36\text{ м}$ , шаг ферм  $B = 6\text{ м}$ .

Температурно-влажностные условия эксплуатации определяются по табл.1 [1] и соответствует режиму А2.

#### Материалы для изготовления фермы:

- Клееные деревянные элементы -доски стандартного сортамента по ГОСТ 24454-80\*Е II-го сорта древесины сосны, клей ФРФ-50 (таб.2 [1]).
- Металлические элементы и детали узлов -сталь марки С255 по ГОСТ 27772-88 (таб.50\* [3]).
- Шпильки -горячекатаная гладкая арматура класса А-240 по ГОСТ 5781-82 и ГОСТ 380-71.
- Болты - согласно ГОСТ 7798-70\*.

#### Расчетные сопротивления материалов:

- Расчетное сопротивление древесины сосны II-го сорта изгибу и сжатию вдоль волокон:

$$R_{и,с} = 150 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}; \text{при} \begin{cases} b > 13\text{ см} \\ 13\text{ см} < h \leq 50\text{ см} \end{cases} \quad (\text{п.3.1, таб.3, 1в [1]});$$

- Расчетное сопротивление древесины сосны II-го сорта растяжению вдоль волокон для клееных элементов:

$$R_p = 90 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \quad (\text{п.3.1, таб.3, 2б [1]});$$

- Расчетное сопротивление древесины сосны II-го сорта растяжению поперек волокон для клееных элементов:

$$R_{p,90} = 3 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \quad (\text{п.3.1, таб.3, 7 [1]});$$

- Расчетные характеристики стали марки С255 листового и фасонного проката (таб.51\* [3])

Толщина проката, мм	Листовой прокат		Фасонный прокат	
	$R_y, \text{ кгс/см}^2$	$R_{un}, \text{ кгс/см}^2$	$R_y, \text{ кгс/см}^2$	$R_{un}, \text{ кгс/см}^2$
От 4 до 10	2450	3900	2550	3800
Сб. 10 до 20	2450	3800	2450	3700

Инв. №  
 Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Инв. №  
 Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата



## 2.2 Геометрические параметры

Геометрическая схема фермы:

- Пролет фермы:

$$L = 36 \text{ м};$$

- Высота фермы:

$$\frac{L}{f} = \frac{1}{4} \div \frac{1}{6};$$

$$f = \frac{1}{6} \cdot L = \frac{1}{6} \cdot 36 = 6,0 \text{ м};$$

- Радиус кривизны:

$$R = \frac{l^2 + 4 \cdot h^2}{8 \cdot h} = \frac{36^2 + 4 \cdot 6,0^2}{8 \cdot 6,0} = 30 \text{ м};$$

- Центральный угол:

$$\sin \varphi_0 = \frac{1}{2 \cdot R} = \frac{36,0}{2 \cdot 30,0} = 0,6;$$

$$\varphi_0 = 73,74^\circ;$$

- Длина оси верхнего пояса:

$$S = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi_0}{180} = \frac{\pi \cdot 30,0 \cdot 73,74}{180} = 38,61 \text{ м};$$

- Длина оси панели верхнего пояса:

Для шестипанельной фермы с разрезным верхним поясом. Все панели имеют одинаковую длину:

$$a_{\text{п}} = \frac{S_{\phi}}{6} = \frac{38,61}{6} = 6,435 \text{ м};$$

- Длина хорды панели верхнего пояса:

$$l_{\text{х.п.}} = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\varphi_0}{2} = 2 \cdot 30,0 \cdot \sin \frac{73,74}{2} = 6,421 \text{ м};$$

- Стрела подъема панели верхнего пояса:

$$f_{\text{п}} = \frac{l_{\text{х.п.}}^2}{8 \cdot R} = \frac{6,421^2}{8 \cdot 30,0} = 0,170 \text{ м};$$

- Длина панелей нижнего пояса:

$$a_{\text{н.п.}} = \frac{1}{5} = \frac{36,0}{5} = 7,2 \text{ м};$$

- Строительный подъем нижнего пояса:

$$f_{\text{стр}} = \frac{1}{200} = \frac{36,0}{200} = 0,18 \text{ м}.$$

## 2.3 Подсчет нагрузок на ферму

### 2.3.1 Нагрузка от собственного веса элементов покрытия, приходящаяся 1м пролета фермы

Произвольная ордината эпюры расчетной постоянной нагрузки на 1м пролета фермы:

Подп. и дата	Подп. и
Взам. инв.	инв.
Инд. №	№
Подп. и дата	Подп. и
Инд. №	№

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата
----	------	----------	---	-------	----	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

- Нормативная:

$$q_{\text{покр}}^{\text{н}} = \frac{g^{\text{н}}}{\cos \alpha_i} \cdot B = \frac{43,8}{\cos \alpha_i} \cdot 6,0 = \frac{262,8}{\cos \alpha_i} \text{ кгс/м};$$

- Расчетная:

$$q_{\text{покр}} = \frac{g}{\cos \alpha_i} \cdot B = \frac{50,0}{\cos \alpha_i} \cdot 6,0 = \frac{300,0}{\cos \alpha_i} \text{ кгс/м};$$

### 2.3.2 Собственный вес фермы на 1м пролета

- Нормативный:

$$q_{\text{ф}}^{\text{н}} = \frac{g^{\text{н}} \cdot \frac{S_{\text{ф}}}{L} + S_{\text{экр}}^{\text{н}}}{\frac{1000}{K_{\text{с.в.}} \cdot L} - 1} \cdot B = \frac{43,8 \cdot \frac{38,61}{36} + 151,2}{\frac{1000}{3,0 \cdot 36} - 1} \cdot 6 = 144,0 \text{ кгс/м};$$

$$S_{\text{экр}}^{\text{н}} = 0,9 \cdot S^{\text{н}} = 0,9 \cdot 0,7 \cdot S_g = 0,9 \cdot 0,7 \cdot 240 = 151,2 \text{ кгс/м}^2;$$

- Расчетный:

$$q_{\text{ф}} = q_{\text{ф}}^{\text{н}} \cdot \gamma_f = 144,0 \cdot 1,1 = 158,4 \text{ кгс/м};$$

Здесь:

$S$  - длина оси верхнего пояса, м;

$S_{\text{экр}}^{\text{н}}$  - нормативная равномерно распределенная по всему пролету нагрузка, эквивалентная 1-ой схеме загрузки снегом, и определенная из условия равенства балочных моментов в середине пролета, кгс/м<sup>2</sup>;

$S_{\text{н}}$  - нормативная снеговая нагрузка, кгс/м<sup>2</sup>;

$S_g$  - расчетная снеговая нагрузка на 1м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли для IV-го снегового района, кгс/м<sup>2</sup>;

$K_{\text{с.в.}}$  - коэффициент собственного веса конструкции, для сегментной фермы принимаемый равным 3,0;

$\gamma_f$  - коэффициент надежности по нагрузке для деревянных конструкций, равный 1,1.

### 2.3.3 Полная постоянная нагрузка на 1м пролета фермы

- Нормативная:

$$q_{\text{полн}}^{\text{н}} = q_{\text{покр}}^{\text{н}} + q_{\text{ф}}^{\text{н}} = \frac{262,8}{\cos \alpha_i} + 144 \text{ кгс/м};$$

- Расчетная:

$$q_{\text{полн}} = q_{\text{покр}} + q_{\text{ф}} = \frac{300,0}{\cos \alpha_i} + 158,4 \text{ кгс/м}.$$

### 2.3.4 Снеговая нагрузка

В расчет включены 1 и 2 схемы распределения снеговой нагрузки согласно сх.2 Прил. 3 [2], а также расположение снега только на половине пролета, что отвечает требованиям п.5.3 [2]. Исходя из принятого соотношения высоты и пролета

Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Подп.	Подп.	Подп.	Подп.
Дата	Дата	Дата	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

фермы максимальный угол между касательной к скату покрытия (у опоры) и горизонтальной плоскостью не превысит 50°. Следовательно, снеговая нагрузка будет действовать на всем пролете фермы.

Произвольная ордината эпюры расчетной снеговой нагрузки на 1м пролета фермы:

- 1-ая схема загрузки:

$$S_1 = S_g \cdot \mu_1 \cdot B = S_g \cdot \cos(1,8 \cdot \alpha_i) \cdot B = 240 \cdot \cos(1,8 \cdot \alpha_i) \cdot 6,0 = 1440,0 \cdot \cos(1,8 \cdot \alpha_i), \text{ кгс/м}$$

- 2-ая схема загрузки (более нагруженная половина):

$$S_{2,max} = S_g \cdot \mu_2 \cdot B = S_g \cdot 2,4 \cdot \sin\left(1,4 \cdot \frac{\varphi_0}{2}\right) \cdot B = 240 \cdot 2,4 \cdot \sin(1,4 \cdot 36,87) \cdot 6,0 = 2709,1 \text{ кгс/м};$$

$$S_2 = S_{2,max} \cdot \frac{2 \cdot R \cdot \sin(\alpha_i)}{L} = 2709,1 \cdot \frac{2 \cdot 30,0 \cdot \sin(\alpha_i)}{36} = 4515,2 \cdot \sin(\alpha_i) \text{ кгс/м.}$$

### 2.3.5 Ветровая нагрузка

Ветровая нагрузка должна приниматься в соответствии с Разделом 6 и Приложением 4 [2]. Сводчатому покрытию соответствует схема 3. Поскольку ветровая нагрузка направлена перпендикулярно покрытию и разгружает конструкцию, то ее имеет смысл учитывать лишь для проверки смены знака усилий в элементах фермы при действии только постоянной нагрузки. Однако соотношение величин постоянной и ветровой нагрузок в рассматриваемом расчете почти всегда таковы, что ветровой отсос не изменяет знака усилий в элементах, а поэтому давление ветра в расчет не включено.

Инв. №	Подп. и дата	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата	Инв. №	Лист	08.03.01.2017.532-ПЗ.

### 2.3.6 Расчетные узловые постоянные нагрузки

Ординаты эпюры постоянной нагрузки по формулам п.2.2.3.

$$q_{\text{полн}}^A = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 6\right)} + 158,4 = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{73,74}{12} \cdot 6\right)} + 158,4 = 533,4 \text{ кгс/м};$$

$$q_{\text{полн}}^{AB} = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 5\right)} + 158,4 = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{73,74}{12} \cdot 5\right)} + 158,4 = 507,4 \text{ кгс/м};$$

$$q_{\text{полн}}^B = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 4\right)} + 158,4 = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{73,74}{12} \cdot 4\right)} + 158,4 = 488,3 \text{ кгс/м};$$

$$q_{\text{полн}}^{BB} = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 3\right)} + 158,4 = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{73,74}{12} \cdot 3\right)} + 158,4 = 474,6 \text{ кгс/м};$$

$$q_{\text{полн}}^B = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 2\right)} + 158,4 = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{73,74}{12} \cdot 2\right)} + 158,4 = 465,4 \text{ кгс/м};$$

$$q_{\text{полн}}^{BG} = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 1\right)} + 158,4 = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{73,74}{12} \cdot 1\right)} + 158,4 = 460,1 \text{ кгс/м};$$

$$q_{\text{полн}}^G = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 0\right)} + 158,4 = \frac{300,0}{\cos\left(\frac{73,74}{12} \cdot 0\right)} + 158,4 = 458,4 \text{ кгс/м}.$$

Так как постоянная нагрузка изменяется по пролету, узловые силы определяются по сумме площадей трапеций, образующихся после дробления эпюр нагрузки на отсеки (эпюра в пределах каждого отсека спрямляется) и приходящихся на грузовой участок соответствующих узлов. Для этих целей ординаты нагрузки в точках между узлами верхнего пояса должны определяться над серединами проекций соответствующих отсеков при определении узловых сил от снеговой нагрузки и над серединами длины соответствующих отсеков при определении узловых сил от постоянной нагрузки.

Однако для упрощения расчета вычисляем ординаты нагрузки над серединами длины соответствующих отсеков верхнего пояса, в этом случае ошибка не превышает 3,5%.

- Для промежуточных точек:

$$P_B^g = \frac{q_{\text{полн}}^{AB} + q_{\text{полн}}^B}{2} \cdot \frac{AB_{\text{гор}}}{2} + \frac{q_{\text{полн}}^B + q_{\text{полн}}^{BB}}{2} \cdot \frac{BB_{\text{гор}}}{2} =$$

$$= \frac{507,4 + 488,3}{2} \cdot \frac{5,521}{2} + \frac{488,3 + 474,6}{2} \cdot \frac{6,093}{2} = 2841,0 \text{ кгс};$$

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$P_B^g = \frac{q_{\text{полн}}^{\text{БВ}} + q_{\text{полн}}^{\text{В}}}{2} \cdot \frac{\text{БВ}_{\text{гор}}}{2} + \frac{q_{\text{полн}}^{\text{В}} + q_{\text{полн}}^{\text{ВГ}}}{2} \cdot \frac{\text{ВГ}_{\text{гор}}}{2} =$$

$$= \frac{474,6 + 465,4}{2} \cdot \frac{6,093}{2} + \frac{465,4 + 460,1}{2} \cdot \frac{6,386}{2} = 2909,4 \text{ кгс};$$

$$P_{\Gamma}^g = \frac{q_{\text{полн}}^{\text{ВГ}} + q_{\text{полн}}^{\text{Г}}}{2} \cdot \frac{\text{ВГ}_{\text{гор}}}{2} \cdot 2 =$$

$$= \frac{460,1 + 458,4}{2} \cdot \frac{6,386}{2} \cdot 2 = 2932,8 \text{ кгс};$$

- Для опорных узлов:

$$P_A^g = \frac{q_{\text{полн}}^{\text{А}} + q_{\text{полн}}^{\text{АБ}}}{2} \cdot \frac{\text{АБ}_{\text{гор}}}{2} = \frac{533,4 + 507,4}{2} \cdot \frac{5,521}{2} = 1436,6 \text{ кгс}.$$

### 2.3.7 Расчетные узловые нагрузки от снега

Вычислим ординаты эпюр для двух схем распределения снеговой нагрузки по формулам п.2.3.4.

$$S_1^A = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{\varphi_0}{12} \cdot 6\right) = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{73,74}{12} \cdot 6\right) = 577,3 \text{ кгс/м};$$

$$S_1^{\text{АБ}} = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{\varphi_0}{12} \cdot 5\right) = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{73,74}{12} \cdot 5\right) = 819,7 \text{ кгс/м};$$

$$S_1^{\text{Б}} = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{\varphi_0}{12} \cdot 4\right) = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{73,74}{12} \cdot 4\right) = 1031,6 \text{ кгс/м};$$

$$S_1^{\text{БВ}} = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{\varphi_0}{12} \cdot 3\right) = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{73,74}{12} \cdot 3\right) = 1205,2 \text{ кгс/м};$$

$$S_1^{\text{В}} = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{\varphi_0}{12} \cdot 2\right) = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{73,74}{12} \cdot 2\right) = 1334,0 \text{ кгс/м};$$

$$S_1^{\text{ВГ}} = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{\varphi_0}{12} \cdot 1\right) = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{73,74}{12} \cdot 1\right) = 1413,2 \text{ кгс/м};$$

$$S_1^{\Gamma} = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{\varphi_0}{12} \cdot 0\right) = 1440,0 \cdot \cos\left(1,8 \cdot \frac{73,74}{12} \cdot 0\right) = 1440 \text{ кгс/м};$$

$$S_2^A = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 6\right) = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{73,74}{12} \cdot 6\right) = 2709,1 \text{ кгс/м};$$

$$S_2^{\text{АБ}} = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 5\right) = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{73,74}{12} \cdot 5\right) = 2306,9 \text{ кгс/м};$$

$$S_2^{\text{Б}} = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 4\right) = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{73,74}{12} \cdot 4\right) = 1878,2 \text{ кгс/м};$$

Инва. №	Подп. и дата
Инва. №	Изм.
Инва. №	Подп. и дата
Инва. №	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$S_2^{BB} = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 3\right) = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{73,74}{12} \cdot 3\right) = 1427,8 \text{ кгс/м};$$

$$S_2^B = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 2\right) = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{73,74}{12} \cdot 2\right) = 961,1 \text{ кгс/м};$$

$$S_2^{BG} = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 1\right) = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{73,74}{12} \cdot 1\right) = 483,3 \text{ кгс/м};$$

$$S_2^\Gamma = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{\varphi_0}{12} \cdot 0\right) = 4515,2 \cdot \sin\left(\frac{73,74}{12} \cdot 0\right) = 0 \text{ кгс/м}.$$

Так как снеговая нагрузка изменяется по пролету, узловые силы будем определять по сумме площадей трапеций, образующихся после дробления эпюр снеговой нагрузки на отсеки (эпюра в пределах каждого отсека спрямляется) и приходящихся на грузовой участок соответствующих узлов.

Узловые силы от 1-ой схемы распределения снеговой нагрузки:

- Для промежуточных точек:

$$P_B^{S1} = \frac{S_1^{AB} + S_1^B}{2} \cdot \frac{AB_{гор}}{2} + \frac{S_1^B + S_1^{BB}}{2} \cdot \frac{BB_{гор}}{2} =$$

$$= \frac{819,7 + 1031,6}{2} \cdot \frac{5,521}{2} + \frac{1031,6 + 1205,2}{2} \cdot \frac{6,093}{2} = 5962,5 \text{ кгс};$$

$$P_B^{S1} = \frac{S_1^{BB} + S_1^B}{2} \cdot \frac{BB_{гор}}{2} + \frac{S_1^B + S_1^{BG}}{2} \cdot \frac{BG_{гор}}{2} =$$

$$= \frac{1205,2 + 1334,0}{2} \cdot \frac{6,093}{2} + \frac{1334,0 + 1413,2}{2} \cdot \frac{6,386}{2} = 8253,7 \text{ кгс};$$

$$P_\Gamma^{S1} = \frac{S_1^{BG} + S_1^\Gamma}{2} \cdot \frac{BG_{гор}}{2} \cdot 2 = \frac{1413,2 + 1440}{2} \cdot \frac{6,386}{2} \cdot 2 = 9110,3 \text{ кгс}.$$

- Для опорных узлов:

$$P_A^{S1} = \frac{S_1^A + S_1^{AB}}{2} \cdot \frac{AB_{гор}}{2} = \frac{577,3 + 819,7}{2} \cdot \frac{5,521}{2} = 1928,2 \text{ кгс}.$$

Узловые силы от 2-ой схемы распределения снеговой нагрузки (для половины эпюры с большими значениями):

- Для промежуточных точек:

$$P_B^{S2} = \frac{S_2^{AB} + S_2^B}{2} \cdot \frac{AB_{гор}}{2} + \frac{S_2^B + S_2^{BB}}{2} \cdot \frac{BB_{гор}}{2} =$$

$$= \frac{2306,9 + 1878,2}{2} \cdot \frac{5,521}{2} + \frac{1878,2 + 1427,8}{2} \cdot \frac{6,093}{2} = 10812,3 \text{ кгс};$$

$$P_B^{S2} = \frac{S_2^{BB} + S_2^B}{2} \cdot \frac{BB_{гор}}{2} + \frac{S_2^B + S_2^{BG}}{2} \cdot \frac{BG_{гор}}{2} =$$

$$= \frac{1427,8 + 961,1}{2} \cdot \frac{6,093}{2} + \frac{961,1 + 483,3}{2} \cdot \frac{6,386}{2} = 5944,9 \text{ кгс};$$

$$P_\Gamma^{S2} = \frac{S_2^{BG} + S_2^\Gamma}{2} \cdot \frac{BG_{гор}}{2} \cdot 1,5 = \frac{483,3 + 0}{2} \cdot \frac{6,386}{2} \cdot 1,5 = 1157,4 \text{ кгс}.$$

- Для опорных узлов:

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Изм.	Изм.
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$P_A^{S2} = \frac{S_2^A + S_2^{AB}}{2} \cdot \frac{AB_{гор}}{2} = \frac{2709,1 + 2306,9}{2} \cdot \frac{5,521}{2} = 6923,3 \text{ кгс.}$$

#### 2.4 Определение расчетных моментов в панелях верхнего пояса

Панель разрезного верхнего пояса фермы представляет собой стержень кругового очертания с шарнирно опертыми концами, воспринимающий сжимающее усилие и изгибающий момент от внеузловой поперечной нагрузки. Кроме того, изгибающий момент возникает от продольной силы благодаря криволинейности стержня.

Таким образом, расчет должен выполняться согласно п.4.17 [1] как для сжато-изгибаемого элемента по формуле:

$$\frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_D}{W_{расч}} \leq R_c,$$

Здесь:

$N$  - расчетная сжимающая сила, действующая в элементе, кгс;

$F_{расч.}$  - расчетная площадь поперечного сечения элемента, принимаемая равной  $F_{бр.}$ ,  $см^2$ ;

$W_{расч.}$  - расчетный момент сопротивления, принимаемый равным  $W_{бр.}$ ,  $см^3$ ;

$M_D$  - изгибающий момент, определяемый из расчета конструкции по деформированной схеме, кгс·см.

В соответствии с п.4.17 [1] изгибающий момент  $M_D$  для случая шарнирно-опертых элементов при симметричных эпюрах изгибающих моментов параболического и близкого к ним очертания следует определять по формуле:

$$M_D = \frac{M}{\xi};$$

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3000 \cdot F_{бр.} \cdot R_c};$$

Эпюра изгибающих моментов в верхнем поясе имеет параболическую форму и складывается из моментов от поперечной нагрузки (состоящей из постоянной и снеговой нагрузок) и продольной силы, имеющих разные знаки.

Таким образом, общий момент по деформированной схеме может быть определен как разность деформационных моментов от каждой из нагрузок:

$$M_D = M_{D1} - M_{D2};$$

$$M_{D1} = \frac{M_1}{\xi};$$

$$M_1 = \frac{q \cdot \ell_{гор.пр}^2}{8};$$

$$M_{D2} = \frac{M_2}{\xi}; M_2 = N \cdot f_n;$$

Окончательно:

$$M_D = \frac{M_1}{\xi} - \frac{M_2}{\xi} = \frac{M_1 - M_2}{\xi},$$

Здесь:

Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №
Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №
Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №
Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №
Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №	Изн. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$M_1$  - изгибающий момент от поперечной нагрузки по недеформированной схеме;

$M_2$  - изгибающий момент от продольной силы по недеформированной схеме;

$\zeta$  - коэффициент, учитывающий дополнительный момент от продольной силы вследствие прогиба элемента;

$f_{п}$  - стрела подъема панели верхнего пояса;

$l_{гор.пр.}$  - горизонтальная проекция рассчитываемого участка.

При вычислении моментов в панелях верхнего пояса нагрузка в пределах одного отсека принимается равномерно распределенной.

Изгибающий момент в панели АБ только от постоянной нагрузки без учета ее прогиба:

$$M = M_1 - M_2 = \frac{q_{полн}^{АБ} \cdot АБ_{гор}^2}{8} - N \cdot f_{п};$$

Моменты в остальных отсеках и от других нагрузок найдены аналогичным способом. Результаты расчетов занесены в табл. 2.4.1. Из всех сочетаний изгибающих моментов и соответствующих им продольных сил, действующих в панелях верхнего пояса, принимаем к расчету следующие сочетания:

• Для расчета по нормальным напряжениям:

1) «max N (по модулю) – соотв. M»;

2) «max M (по модулю) – соотв. N».

Для проверки прочности по возможным радиальным напряжениям:

3) «min N (по модулю) – соотв. +M»;

4) «max +M – соотв. N».

## 2.5 Конструктивный расчет элементов и узлов фермы

### 2.5.1 Компоновка сечения верхнего пояса

В качестве исходных принимаем доски сечением 200x40мм. Их толщина после фрезерования пластей составит 40-6,0=34мм, а ширина склеенного пакета после фрезерования его боковых граней составит 200-15=185мм.

Высота сечения панелей верхнего пояса в сегментных фермах ориентировочно составляет  $\left(\frac{1}{14} \div \frac{1}{18}\right)$  длины панели  $a_n$ .

Задаемся сечением панели АБ, склеенной из 13 слоев толщиной 34мм каждый.

Тогда высота сечения:

$$h = 34 \cdot 13 = 442 \text{ мм} = 44,2 \text{ см};$$

$$b = 185 \text{ мм} = 18,5 \text{ см};$$

$$F_{расч} = F_{бр} = 18,5 \cdot 44,2 = 817,7 \text{ см}^2;$$

$$W_{расч} = W_{бр} = \frac{18,5 \cdot 44,2^2}{6} = 6023,7 \text{ см}^3.$$

Гибкость панели в плоскости фермы:

$$\lambda = \frac{a_n}{0,289 \cdot h} = \frac{643,5}{0,289 \cdot 44,2} = 50,4 < [\lambda] = 120,$$

Здесь:

$\lambda$  - предельная гибкость элемента, п.4.22, таб.14 [1];

Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Подп.	инв.	Инд. №	Подп. и дата	Инд. №
Инд. №				

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли Изм. № докум. № Подп. По Дата



Выполняя проверки прочности расчетные сопротивления необходимо умножать на коэффициенты условий работы согласно п.3.1 [1] и п.3.2 [1]:

- $m_{п} = 1,0$ : Древесина сосны  
 $m_{в} = 1,0$ : ТВУЭ А2  
 $m_{т} = 1,0$ : Температура эксплуатации меньше +35°C  
 $m_{д} = 1,0$ : Расчет производится от двух сочетаний нагрузок.

Середина участка, на котором определялись ординаты нагрузок, имеет угол  $\alpha_i = \frac{73,74}{12} \cdot 5 = 30,7^\circ$

Первое сочетание:

$$\frac{q_{\text{полн}} + S_{1,\text{полн}}}{q_{\text{полн}} + S_1} = \frac{507,4 + 409,9}{507,4 + 819,7} \cdot 100\% = 69,1\% < 80\%;$$

$$q_{\text{полн}} = \frac{305,4}{\cos \alpha_i} + 158,4 = \frac{300}{\cos(30,7^\circ)} + 158,4 = 507,4 \text{ кгс/м};$$

$$S_{1,\text{полн}} = S_1 \cdot K_{\text{полн}} = 1440,0 \cdot \cos(1,8 \cdot 30,7^\circ) \cdot 0,5 = 409,9 \text{ кгс/м};$$

$$S_1 = 1440,0 \cdot \cos(1,8 \cdot 30,7^\circ) = 819,7 \text{ кгс/м};$$

$$K_{\text{полн}} = 0,5.$$

Второе сочетание:

$$\frac{q_{\text{полн}} + S_{2,\text{полн}}}{q_{\text{полн}} + S_2} = \frac{507,4 + 1153,5}{507,4 + 2306,9} \cdot 100\% = 59,02\% < 80\%$$

$$S_{2,\text{полн}} = S_2 \cdot K_{\text{полн}} = 4515,3 \cdot \sin 33,2 \cdot 0,5 = 1153,5 \text{ кгс/м};$$

$$S_2 = 4515,3 \cdot \sin(30,7^\circ) = 2306,9 \text{ кгс/м}.$$

$m_{н} = 1,0$ : Расчет на монтажную или иную нагрузку по п.3.2,г отсутствует

$m_{б} = 1,0$ : Высота запроектированного верхнего пояса  $h=44,2\text{см} < 50\text{см}$

$m_{\text{сл}} = 0,99$ : Толщина досок после фрезироваия 34мм

$m_{\text{ГН}} = 1,0$ :  $R/a = 30000/34 = 882,35 > 500$

$m_{а} = 1,0$ : Глубокой пропитки антипиренами нет

$m_{о} = 1,0$ : Ослаблений в сечении нет

### 2.5.2 Конструктивный расчет верхнего пояса

- Проверка прочности по нормальным напряжениям (п.4.17 [1]):

**1-е сочетание:**  $N = -50866,4 \text{ кгс}$ ;  $M = -3590,8 \text{ кгс} \cdot \text{м}$ ;

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3000 \cdot F_{\text{бр}} \cdot (R_c \cdot m_{\text{сл}})} = 1 - \frac{50,4^2 \cdot 50866,4}{3000 \cdot 817,7 \cdot (150 \cdot 0,99)} = 0,645;$$

$$M_{д} = \frac{M}{\xi} = \frac{3590,8}{0,645} = 5567,1 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$\left( \frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_D}{W_{расч}} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{50866,4}{817,7} + \frac{5567,1 \cdot 10^2}{6023,7} \right) \cdot 0,95 = 146,9 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} <$$

$$< R_c \cdot m_{сч} = 150 \cdot 0,99 = 148,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

**2-е сочетание:**  $N = -35341,1 \text{ кгс}; M = 4045,6 \text{ кгс} \cdot \text{м};$

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3000 \cdot F_{бр} \cdot (R_c \cdot m_{сч})} = 1 - \frac{50,4^2 \cdot 35341,1}{3000 \cdot 817,7 \cdot (150 \cdot 0,99)} = 0,754;$$

$$M_D = \frac{M}{\xi} = \frac{4045,6}{0,754} = 5365,5 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$\left( \frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_D}{W_{расч}} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{35341,1}{817,7} + \frac{5365,5 \cdot 10^2}{6023,7} \right) \cdot 0,95 = 125,7 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{сч} =$$

$$= 150 \cdot 0,99 = 148,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

• Проверка устойчивости плоской формы деформирования. Расчет верхнего пояса производим, исходя из условия, что связи раскрепляют панели по концам и в средней их части, т.е расчетная длина принимается равной половине длины панели.

**1-е сочетание:**  $N = -50866,4 \text{ кгс}; M = -3590,8 \text{ кгс} \cdot \text{м};$

$$\lambda = \frac{0,5 \cdot a_n}{0,289 \cdot b} = \frac{0,5 \cdot 643,5}{0,289 \cdot 18,5} = 60,2 < [\lambda] = 120;$$

$$\varphi_M = 140 \cdot \frac{b^2}{\ell_p \cdot h} \cdot K_\phi = 140 \cdot \frac{18,5^2}{0,5 \cdot 643,5 \cdot 44,2} \cdot 1,75 = 5,9;$$

$$K_\phi = 1,75 - 0,75 \cdot \frac{M_{он}}{M_{пр}} = 1,75 - 0,75 \cdot 0 = 1,75;$$

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{60,2^2} = 0,83;$$

$$M_D = \frac{M}{\xi} = \frac{3590,8}{0,645} = 5567,1 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$\left( \frac{N}{\varphi \cdot R_c \cdot F_{бр}} + \left( \frac{M_D}{\varphi_M \cdot R_u \cdot W_{бр}} \right)^n \right) \cdot 0,95 =$$

$$= \left( \frac{50866,4}{0,83 \cdot (150 \cdot 0,99) \cdot 817,7} + \left( \frac{5567,1 \cdot 10^2}{5,90 \cdot (150 \cdot 0,99) \cdot 6023,7} \right)^2 \right) \cdot 0,95 = 0,49 < 1.$$

Расчет на второе сочетание нагрузок не производим, т.к. это сочетание составляют несколько больший изгибающий момент (по сравнению с 1-м сочетанием) и меньшая сжимающая сила.

### 2.5.3 Расчет нижнего пояса

Нижний пояс проектируем стальным из двух горячекатаных неравнополочных уголков в соответствии с сортаментом по ГОСТ 8510-86 [7].

Максимальное усилие в поясе  $N = 47774,0 \text{ кгс}.$

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Необходимая площадь сечения стального пояса из условия прочности на растяжение (п.5.1 [1]):

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{47774,0}{2550 \cdot 0,95} = 19,7 \text{ см}^2,$$

Здесь:

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы, определяемый по п.6,б, таб.6\* [3];

$R_y$  - расчетное сопротивление растяжению стали, табл.51\* [3].

Проектируем нижний пояс из уголков 100х63х8 с общей площадью сечения:

$$A = 12,6 \cdot 2 = 25,2 \text{ см}^2;$$

Проверяем гибкость панелей нижнего пояса в вертикальной плоскости:

$$\lambda_x = \frac{a_{\text{н.п.}}}{2 \cdot i_x} = \frac{720}{2 \cdot 3,18} = 113,2 < \lambda_u = 400,$$

Здесь:

$a_{\text{н.п.}}$  - свободная длина пояса в плоскости фермы;

$i_x$  - радиус инерции одного уголка относительно горизонтальной оси;

$\lambda_u$  - предельная гибкость растянутых элементов, п.6.16, таб.20\* [3].

Выполняем проверку прочности нижнего пояса с учетом его изгиба от собственного веса.

Изгибающий момент:

$$M_{\text{с.в.}} = \frac{g_{\text{н.п.}} \cdot a_{\text{н.п.}}^2}{8} = \frac{2 \cdot 9,87 \cdot 7,2^2}{8} = 127,92 \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

Здесь:

$g_{\text{н.п.}}$  - погонный вес нижнего пояса, состоящего из двух уголков, кгс/м.

Растягивающее напряжение в поясе с учетом собственного веса:

$$\left( \frac{N}{A} + \frac{M_{\text{с.в.}}}{2 \cdot W_{\text{нижн}}} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{47774}{25,2} + \frac{127,9 \cdot 10^2}{2 \cdot 38,25} \right) \cdot 0,95 = 1959,86 \frac{\text{кгс}}{\text{м}} < R_y \cdot \gamma_c =$$

$$= 2550 \cdot 0,95 = 2422,5 \frac{\text{кгс}}{\text{м}};$$

$$W_{\text{нижн}} = \frac{J_x}{y_0} = \frac{127}{3,32} = 38,25 \text{ см}^3,$$

Здесь:

$W_{\text{нижн}}$  - момент сопротивления одного уголка по нижней (растянутой от изгиба под собственным весом) грани,  $\text{см}^3$ ,

$J_x$  - момент инерции уголка,

$y_0$  - расстояние от ц.т. сечения уголка до нижней его грани.

Уголки, составляющие нижний пояс, необходимо соединить стальными пластинами, установленными с шагом не превышающим значение  $80 \cdot i_{y1}$ .

Принимаем шаг  $120 \text{ см} < 80 \cdot i_{y1} = 80 \cdot 1,77 = 141,6 \text{ см}$ , (рис. 2.5.1).

## 2.5.4 Расчет раскосов

### 2.5.4.1 Проектирование сечения раскосов

Инв. №	Подп. и дата	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

Все раскосы принимаем одинакового сечения из досок толщиной 34мм и шириной 185мм после фрезерования. За расчетное принимаем максимальное усилие сжатия.

$$D_3 = 5268,8 \text{ кгс};$$

Назначаем высоту сечения по предельной гибкости:

$$h_{\text{мп}} = \frac{l_{\text{BE}}}{0,289 \cdot [\lambda]} = \frac{599,9}{0,289 \cdot 150} = 13,84 \text{ см.}$$

Количество досок в пакете  $13,84/3,4 = 4,07$  шт.

Принимаем раскосы в виде клееного пакета из 5 досок, общим сечением  $185 \times 170$  мм.

Проверяем подобранное сечение раскоса на устойчивость в плоскости наибольшей гибкости:

$$\lambda = \frac{l_{\text{BE}}}{0,289 \cdot b} = \frac{599,9}{0,289 \cdot 17} = 122,1;$$

$$\lambda = 122,1 > 70 (\text{п. 4.3. [1]}) \text{ и } \lambda = 122,1 < 150 (\text{п. 4.22. и п. 2 таб. 14 [1]}),$$

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{122,1^2} = 0,201;$$

$$\left( \frac{D_3}{\varphi \cdot b \cdot h} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5268,8}{0,201 \cdot 18,5 \cdot 117} \right) \cdot 0,95 = 79,18 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{\text{сл}} = 150 \cdot 0,99 = 148,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

Устойчивость раскоса обеспечена.

Проверяем подобранное сечение раскоса на устойчивость в плоскости наибольшей гибкости для самого длинного раскоса.

$$D_4 = 5072,9 \text{ кгс};$$

$$\lambda = \frac{l_{\text{EG}}}{0,289 \cdot b} = \frac{699,7}{0,289 \cdot 17} = 142,4;$$

$$\lambda = 142,4 > 70 (\text{п. 4.3. [1]}) \text{ и } \lambda = 142,4 < 150 (\text{п. 4.22. и п. 2 таб. 14 [1]}),$$

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{142,4^2} = 0,148,$$

$$\left( \frac{D_4}{\varphi \cdot b \cdot h} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5072,9}{0,148 \cdot 18,5 \cdot 17} \right) \cdot 0,95 = 103,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{\text{сл}} = 150 \cdot 0,99 = 148,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

Устойчивость раскоса обеспечена.

#### 2.5.4.2 Расчет стальных накладок на раскосы

Предварительно назначаем сечение стальных накладок  $11 \times 100$  из условия не достижения предельной гибкости раскосом  $D_2$  и проверяем их устойчивость по п. 5.3 [3] на основании следующих данных:

$$D_2 = 3220,4 \text{ кгс}, \quad l_0 = 44,3 \text{ см};$$

$$D_3 = 5268,8 \text{ кгс}, \quad l_0 = 26,0 \text{ см};$$

$$D_4 = 5072,9 \text{ кгс}, \quad l_0 = 30,2 \text{ см}.$$

$$\lambda_2 = \frac{44,3}{0,289 \cdot 1,1} = 139,35 < \lambda_n = 150;$$

$$\varphi_2 = 0,318;$$

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$\lambda_3 = \frac{26,0}{0,289 \cdot 1,1} = 88,08 < \lambda_{н} = 150;$$

$$\varphi_3 = 0,626;$$

$$\lambda_4 = \frac{30,2}{0,289 \cdot 1,1} = 95,0 < \lambda_{н} = 150;$$

$$\varphi_4 = 0,577.$$

$$\left( \frac{D_2}{\varphi \cdot A} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{3220,4}{0,318 \cdot 2 \cdot (1,1 \cdot 10)} \right) \cdot 0,95 = 437,3 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{сч} = 2450 \cdot 1,0 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

$$\left( \frac{D_3}{\varphi \cdot A} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5268,8}{0,626 \cdot 2 \cdot (1,1 \cdot 10)} \right) \cdot 0,95 = 363,4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{сч} = 2450 \cdot 1,0 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

$$\left( \frac{D_4}{\varphi \cdot A} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5072,9}{0,577 \cdot 2 \cdot (1,1 \cdot 10)} \right) \cdot 0,95 = 379,6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{сч} = 2450 \cdot 1,0 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

Устойчивость накладок обеспечена.

Здесь:

$\varphi$  - коэффициент продольного изгиба стальных элементов, табл. 72 [3];

$\lambda_{н}$  - предельная гибкость для рассчитываемых стальных элементов, п. 4.22 и п. 2 табл. 14[1];

$2 \cdot (1,1 \cdot 8)$  - площадь сечения двух стальных накладок;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы, прим., табл. 6\* [3].

### 2.5.4.3 Расчет крепления стальных накладок к раскосам

Предварительно назначаем шпильки из арматурной стали А-I диаметром  $d = 14$  мм.

Расчетная несущая способность одного среза болта:

- из условия смятия древесины раскоса (п.1, а таб.17 [1]):

$$T_{см} = 50 \cdot c \cdot d = 50 \cdot 18,5 \cdot 1,4 = 1295 \text{ кгс};$$

- из условия изгиба нагеля (шпильки) (п.3, а таб. 17[1]):

$$T_{и} = 250 \cdot d^2 \cdot a^2 = 250 \cdot 1,4^2 + 18,5^2 = 832,25 \text{ кгс};$$

$$T_{и} = 400 \cdot d^2 = 400 \cdot 1,4^2 = 784,0 \text{ кгс}.$$

Учитывая требования п.5.16 [1] и прим.4 к таб.17 [1]

$$T_{расч} = 832,25 \text{ кгс}.$$

Необходимое количество нагелей для прикрепления планок определяем по максимальному усилию, действующему в раскосах:

$$D_3, D'_3 = 5268,8 \text{ кгс};$$

$$n = \left( \frac{D_3}{n_{ср} \cdot T_{расч}} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5268,8}{2 \cdot 832,25} \right) \cdot 0,95 = 3,01 \text{ шт.},$$

Здесь:

$n_{ср}$  - число срезов нагеля.

Принимаем крепление накладок ко всем раскосам с помощью 4 шпилек диаметром 14мм и длиной

Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
инв.	инв.	инв.	инв.	инв.
№	№	№	№	№
и	и	и	и	и
и	и	и	и	и
и	и	и	и	и

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$l_{ш} = 185 (\text{верх. пояс}) + 4 \cdot 1,1 (\text{накладки с пластинками с 2х сторон}) + 2 \cdot 25 (\text{резьба}) = 267 \approx 280 \text{ мм.}$$

Шпильки устанавливаем, так, чтобы расстояния между ними и до края деревянных элементов были не менее значений, приведенных в п.5.18 [1]:

$$S_1 = 7 \cdot d = 7 \cdot 14 = 98 \text{ мм;}$$

$$S_2 = 3,5 \cdot d = 3,5 \cdot 14 = 49 \text{ мм;}$$

$$S_3 = 3 \cdot d = 3 \cdot 14 = 42 \text{ мм.}$$

Минимальное между центрами болтов в любом направлении:

$$2,5 \cdot d = 2,5 \cdot 14 = 35 \text{ мм;}$$

Минимальное от центра болта до края элемента вдоль усилия:

$$2 \cdot d = 2 \cdot 14 = 28 \text{ мм;}$$

Минимальное от центра болта до края элемента поперек усилия:

$$1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 14 = 21 \text{ мм;}$$

Каждая накладка дополнительно прикрепляется к расколу четырьмя гвоздями  $\varnothing 4$ ,  $l = 100 \text{ мм.}$

Проверок прочности стальных накладок на разрыв по ослабленному сечению и на смятие под шпилькой не производим.

#### 2.5.4.4 Проверка прочности раскоса на растяжение

Проверку производим согласно п.4.1 [1].

Максимальное усилие растяжения наблюдается в раскосе ЕГ.

$$D_4 = 5441,6 \text{ кгс;}$$

$$F_{нт} = (17 - 2 \cdot 1,4) \cdot 18,5 = 262,7 \text{ см}^2;$$

$$\frac{D_4}{F_{нт}} \cdot \gamma_n = \left( \frac{5441,6}{262,7} \right) \cdot 0,95 = 19,68 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_p \cdot m_o = 90 \cdot 0,8 = 72 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2},$$

Здесь:

$F_{нт}$  - площадь сечения с учетом ослаблений отверстиями для шпилек (совмещаем 2 отв. в одном, т.к. расстояние между ними менее 200мм), п.4.1 [1];

$m_o$  - коэффициент условий работы, учитывающий наличие ослаблений в рассчитываемых элементах, п.3.2, и [1].

#### 2.5.5 Расчет опорного узла А

##### 2.5.5.1 Проверка смятия торца верхнего пояса

Смятие торца верхнего пояса проверяем на действие максимального сжимающего усилия  $O_1 = -50866,4 \text{ кгс.}$

Площадь смятия определяем высотой упорной плиты, которую предварительно назначаем высотой 360мм и шириной верхнего пояса.

Напряжения смятия равны:

$$\left( \frac{O_1}{F_{см}} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{50866,4}{36 \cdot 18,5} \right) \cdot 0,95 = 72,6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{сл} = 150 \cdot 0,99 = 148,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

##### 2.5.5.2 Расчет упорной плиты

Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №
--------------	--------------	------------	--------	--------------	--------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Упорную плиту принимаем размером 360×185мм из стального листа толщиной 10мм, усиливаем ребрами жесткости толщиной 10мм и высотой 70мм. Пролет  $l_p = 195\text{мм}$ .

На расчетную часть плиты приходится 1/3 усилия от примыкающей панели верхнего пояса, т.е.:

$$N = \frac{O_1}{3} = \frac{50866,4}{3} = 16955,5\text{кгс.}$$

Усилие N равномерно распределено по всему пролету расчетной балки и может быть представлено в виде:

$$N = q \cdot l_p,$$

$$q = \frac{N}{l_p};$$

Тогда расчетный изгибающий момент в упорной плите:

$$M = \frac{q \cdot l_p^2}{8} = \frac{N \cdot l_p^2}{l_p \cdot 8} = \frac{N \cdot l_p}{8} = \frac{16955,5 \cdot 19,5}{8} = 41328,95\text{кгс} \cdot \text{см};$$

Момент сопротивления расчетной части сечения:

$$W_x = \frac{J_x}{y_0} = \frac{100,32}{6,03} = 16,64\text{см}^3;$$

$$J_x = \sum \frac{b \cdot h^3}{3} = \frac{12 \cdot 1,97^3 - (12-1) \cdot 0,97^3 + 1 \cdot 6,03^3}{3} = 100,32\text{см}^4;$$

$$y_0 = \frac{S_x}{F} = \frac{114,5}{19} = 6,03\text{см};$$

$$S_x = 1 \cdot 12 \cdot 7,5 + 7 \cdot 1 \cdot 3,5 = 114,5\text{см}^3; F = 7 \cdot 1 + 12 \cdot 1 = 19\text{см}^2,$$

Здесь:

$I_x$  - момент инерции таврового сечения, составленного из прямоугольников, примыкающих основанием к нейтральной оси сечения;

$y_0$  - расстояние от ц.т. сечения до нижней (наиболее напряженной) границы сечения;

$S_x$  - статический момент сечения относительно нижней его границы;

F - площадь сечения.

Требуемый для восприятия изгибающего момента момент сопротивления находим из выражения:

$$W_{тр} = \left( \frac{M}{R_y \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{41329,03}{2450 \cdot 1,0} \right) \cdot 0,95 = 16,03\text{см}^3 < W_x = 16,64\text{см}^3.$$

Принятая конструкция упорной плиты и размеры ее деталей соответствуют требованиям прочности.

### 2.5.5.3 Расчет опорной плиты

Максимальное опорное давление фермы  $R_1 = 31124,6\text{ кгс}$ .

Размер плиты предварительно назначаем 260х320мм.

Напряжение смятия под опорной плитой:

Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$$\sigma_{см} = \frac{R_1}{F_{пл}} = \frac{31124,6}{26 \cdot 32} = 37,41 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

Изгибающий момент в консоли опорной плиты при расчетной ширине полосы  $b=1\text{ см}$  и вылете консоли

$$\ell_k = \frac{32 - (18,5 + 2 \cdot 0,5)}{2} = 6,25 \text{ см};$$

$$M = \frac{\sigma_{см} \cdot 1 \text{ см} \cdot \ell_k^2}{2} = \frac{37,41 \cdot 1 \cdot 6,25^2}{2} = 730,66 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

Необходимый момент сопротивления:

$$W_{тр} = \left( \frac{M}{R_y \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{730,66}{2450 \cdot 1,2} \right) \cdot 0,95 = 0,236 \text{ см}^3,$$

Здесь:

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы, прим., таб.6\* [3].

Необходимая толщина опорной плиты:

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,236}{1}} = 1,19 \text{ см}.$$

В соответствии с сортаментом принимаем опорную плиту толщиной  $t=12\text{ мм}$ .

#### 2.5.5.4 Расчет сварных швов для крепления нижнего пояса в узле А

Сварные швы, прикрепляющие уголки нижнего пояса к вертикальным фасонкам в опорном узле, должны воспринимать растягивающее усилие в первой панели нижнего пояса:  $U_1 = 43726,2 \text{ кгс}$ .

Каждый уголок приваривается к фасонкам двумя угловыми швами – у обушка и пера.

Усилие на шов для одного уголка:

• У обушка:

$$T_o = \frac{U_1}{2} \cdot 0,7 = \frac{43726,2}{2} \cdot 0,7 = 15304,17 \text{ кгс};$$

• У пера:

$$T_n = \frac{U_1}{2} \cdot 0,3 = \frac{43726,2}{2} \cdot 0,3 = 6558,9 \text{ кгс}.$$

Длину сварного шва определяем по формулам п.11.2 [3]:

а) Из расчета на условный срез по металлу шва:

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot \ell_w} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c;$$

б) Из расчета по металлу границы сплавления:

$$\frac{N}{\beta_z \cdot k_f \cdot \ell_w} \leq R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c;$$

$$k_f = 0,5 \text{ см} \begin{cases} = 0,5 \text{ см} (\text{ для } t_{max} = 10 \text{ мм} ) \\ < 1,2 \cdot t_{min} = 1,2 \cdot 0,8 = 0,96 \text{ см} \end{cases}$$

Здесь:

$k_f$  - высота катета шва, принимаемая с учетом толщины свариваемых элементов;

Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Изм.
№ инв.	№ инв.
Подп. и дата	Подп. и дата
№ инв.	№ инв.



$\beta_f=0,7$ ,  $\beta_z=1,0$  - коэффициенты, учитывающие вид и условия сварки, п.11.2 и таб.34\* [3];

$\gamma_{wf}=\gamma_{wz}=1,0$  - коэффициенты условий работы шва, п.11.2 [3];

$R_{wf}=1850 \text{ кгс/см}^2$ ;  $R_{wz}=0,45 \cdot R_{шт}=0,45 \cdot 3800=1710 \text{ кгс/см}^2$  - расчетные сопротивления срезу по металлу шва и по границе сплавления, принимаемые для сварки электродами Э-42, табл.55, табл.56, табл.3 и табл.51\* [3];

$\gamma_c=0,95$  - коэффициент условий работы конструкции, прим.3 табл.6 [3].

#### Длина шва у обушка:

- Из расчета на срез по металлу шва:

$$l_w = \left( \frac{T_o}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{15304,17}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 1850 \cdot 1 \cdot 1} \right) \cdot 0,95 = 22,5 \text{ см};$$

- Из расчета на срез по металлу границы сплавления:

$$l_w = \left( \frac{T_o}{\beta_z \cdot k_f \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{15304,17}{1 \cdot 0,5 \cdot 1710 \cdot 1 \cdot 1} \right) \cdot 0,95 = 17,0 \text{ см};$$

#### Длина шва у пера:

- Из расчета на срез по металлу шва:

$$l_w = \left( \frac{T_n}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{6558,9}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 1850 \cdot 1 \cdot 1} \right) \cdot 0,95 = 9,6 \text{ см};$$

- Из расчета на срез по металлу границы сплавления:

$$l_w = \left( \frac{T_n}{\beta_z \cdot k_f \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{6558,9}{1 \cdot 0,5 \cdot 1710 \cdot 1 \cdot 1} \right) \cdot 0,95 = 7,3 \text{ см}.$$

Назначаем длину швов для приварки каждого поясного уголка к опорному башмаку с учетом удлинения на 10мм из-за непровара по концам каждого шва:

- У обушка  $22,5+1=23,5$  см; принимаем 24см.

- У пера  $9,6+1=10,6$  см; ; принимаем 11см.

$$4 \cdot k_f = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ см} \left. \vphantom{4 \cdot k_f} \right\} < \left. \begin{matrix} 24 \text{ см} \\ 11 \text{ см} \end{matrix} \right\} < 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 29,8 \text{ см}.$$

## 2.5.6 Расчет промежуточных узлов Б, В и Г верхнего пояса

### 2.5.6.1 Расчет панели верхнего пояса на смятие

Проектируем узлы верхнего пояса фермы с металлическими вкладышами между торцами соседних панелей, расположенными посередине высоты сечения верхнего пояса.

Максимальное напряжение смятия в торцах деревянных элементов пояса, упирающихся во вкладыш:

$$\left( \frac{O_1}{F_{см}} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{50866,4}{36 \cdot 18,5} \right) \cdot 0,95 = 72,6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_c \cdot m_{сч} = 150 \cdot 0,99 = 148,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}.$$

### 2.5.6.2 Расчет металлического вкладыша

Для расчета вкладыша выделяем из него полосу шириной  $b=1$ см и длиной, равной ширине вкладыша, то есть 18,5см. Расчет полосы производим как

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

неразрезной 3-х пролетной балки (опорами служат ребра жесткости вкладыша) со свободно опертными концами.

Равномерно распределенная нагрузка на расчетную полосу:

$$q = 72,6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \cdot 1 \text{ см} = 72,6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}};$$

Изгибающий момент в расчетной полосе:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{10} = \frac{72,6 \cdot 6^2}{10} = 261,36 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

Требуемый из условия прочности момент сопротивления:

$$W_{\text{пр}} = \left( \frac{M}{R_y \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{261,36}{2450 \cdot 1,0} \right) \cdot 0,95 = 0,101 \text{ см}^3;$$

Толщина пластинки вкладыша:

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,101}{1}} = 0,78 \text{ см}.$$

Принимаем толщину упорной пластинки вкладыша по сортаменту 8мм.

### 2.5.6.3 Расчет узлового болта в узлах Б, В и Г

Узловой болт рассчитывается на срез от максимальных равнодействующих усилий в раскосах, сходящихся в узле.

В узле Б максимальное усилие в единственном примыкающем раскосе:

$$D_1 = 4343,1 \text{ кгс}.$$

Максимальное равнодействующее усилие в узле В, где сходятся раскосы  $D_2$  и  $D_3$  можно вычислить по теореме косинусов, пользуясь векторной схемой.

$$R = \sqrt{D_2^2 + D_3^2 - 2 \cdot D_2 \cdot D_3 \cdot \cos(\alpha_{D_2-D_3})};$$

$$\alpha_{D_2-D_3} = 67,4^\circ;$$

$$R = \sqrt{(5391,5 - 364,5)^2 + (126,9 - 5395,7)^2 - 2 \cdot (5391,5 - 364,5) \cdot (126,9 - 5395,7) \cdot \cos(67,4)} = 5716,1 \text{ кгс}.$$

Максимальное равнодействующее усилие в узле Г, где сходятся раскосы  $D_4$  и

$D'_4$ :

$$R = \sqrt{D_4^2 + D_4'^2 - 2 \cdot D_4 \cdot D_4' \cdot \cos(\alpha_{D_4-D_4'})};$$

$$\alpha_{D_4-D_4'} = 61,9^\circ;$$

$$R = \sqrt{(5572,7 - 131,1)^2 + (3344,2 - 131,1)^2 - 2 \cdot (5572,7 - 131,1) \cdot (3344,2 - 131,1) \cdot \cos(61,9)} = 5021,8 \text{ кгс}.$$

Расчетное усилие  $N_b$ , которое можно воспринять одним болтом по п.11.7 [3]:

- На срез:  $N_b = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s \cdot \gamma_c$ ;
- На смятие:  $N_b = R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t \cdot \gamma_c$ ;

Здесь:

$\gamma_b$  - коэффициент условий работы соединения, табл.3.23 и табл.3.24 [7];

$A$  - расчетная площадь сечения болта;

$d$  - диаметр болта;

Инд. №	Инд. №	Взам. инв.	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

$R_{bs}, R_{bp}$  - расчетные сопротивления болтового соединения на срез на смятие, табл.57 и табл.58 [3];

$\sum t$  - наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;

$n_s$  - число расчетных срезов одного болта;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы конструкции, прим.4 табл.6 [3];

$R_{bs} = R_{bp} = 2000 \frac{K2C}{CM^2}$  (по таб.58 [3] для класса прочности 5.8, принятого по таб. 57.[3]);

$\gamma_b = \gamma_{b1} = 1,0$  - в расчете на срез;

$\gamma_b = \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b2} = 1,0 \cdot \left( 0,25 \cdot \frac{2 \cdot d}{d} + 0,5 \right) = 1,0$  - в расчете на смятие при расстоянии от центра болта до края элемента  $2d$  по требованию табл.3.24[7];

$\gamma_c = 1,0$ ;

$n_s = 2$ ;

Площадь болта из условия среза:

$$A = \left( \frac{N_b}{R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot n_s \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5716,1}{2000 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1} \right) \cdot 0,95 = 1,36 \text{ см}^2;$$

Диаметр болта из условия смятия:

$$d = \left( \frac{N_b}{R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot \sum t \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5716,1}{2000 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 1,0} \right) \cdot 0,95 = 2,72 \text{ см};$$

Проверяем болт на действие изгибающего момента от равнодействующей  $R$ .

$$M_b = \frac{R}{2} \cdot (0,8 + 0,5/2) = \frac{5716,1}{2} \cdot (0,8 + 0,5/2) = 3000,95 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

Требуемый момент сопротивления:

$$W_{тр} = \left( \frac{M_b}{R_y \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{3000,95}{2450 \cdot 1,0} \right) \cdot 0,95 = 1,16 \text{ см}^3;$$

Необходимый диаметр болта:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_{тр}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1,16}{3,14}} = 2,28 \text{ см};$$

Принимаем окончательно узловой болт диаметром 30мм по ГОСТ 7798-70 и длиной  $l_b = 185(\text{верх. пояс}) + 2 \cdot 100(\text{дер. накладки}) + 2 \cdot 25(\text{резьба}) + 2 \cdot 11 = 460 \text{ мм}$ .

Расстояние от центра болта до края ребра жесткости вкладыша (в направлении действия усилия в узле) согласно табл. 39 [3] составит

$$2 \cdot d = 2 \cdot 3,0 = 6 \text{ см},$$

Тогда толщина вкладыша:

$$2 \cdot 6 \text{ см} + 2 \cdot 0,5 \text{ см} = 13 \text{ см}.$$

### 2.5.7 Расчет промежуточных узлов Д и Е нижнего пояса

В каждом узле уголки нижнего пояса соединяются стальными стыковыми накладками с расположенным по центру отверстием для узлового болта. Причем

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

накладки центрируются по силовой оси нижнего пояса. Исходя из этого конструктивного требования, предварительно назначаем сечение каждой накладки 10×160мм.

### 2.5.7.1 Расчет узлового болта

Диаметр болта определяется из условия его среза или смятия силой равной разности усилий в соседних панелях нижнего пояса. Максимальная разность усилий возникает в узле Е при действии 2-ой схемы снеговой нагрузки на одной половине фермы и равна:

$$12518,3 + 17259,3 - 12644,7 - 11886,4 = 5246,5 \text{ кгс};$$

В расчете на срез и смятие принимаем:

$$\gamma_b = \gamma_{b1} = 1,0 \text{ - в расчете на срез};$$

$\gamma_b = 1,0 \cdot 1,25 = 1,25$  - в расчете на смятие при расстоянии от центра болта до края элемента  $> 3d$  по требованию табл.3.24[7];

Площадь болта из условия среза вычисляется из выражения:

$$A = \left( \frac{N_b}{R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot n_s \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5246,5}{2000 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot 1,0} \right) \cdot 0,95 = 1,25 \text{ см}^2;$$

Диаметр болта из условия смятия:

$$d = \left( \frac{N_b}{R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot \sum t \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{5246,5}{2000 \cdot 1,25 \cdot 2 \cdot 1,0 \cdot 1,0} \right) \cdot 0,95 = 1,0 \text{ см};$$

Проверяем болт на действие изгибающего момента от равнодействующей R.

$$M_b = \frac{R}{2} \cdot (0,8 + 1,0 / 2) = \frac{5246,5}{2} \cdot (0,8 + 1,0 / 2) = 3410,2 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

Требуемый момент сопротивления:

$$W_{тр} = \left( \frac{M_b}{R_y \cdot \gamma_c} \right) \cdot \gamma_n = \left( \frac{3410,2}{2450 \cdot 1,0} \right) \cdot 0,95 = 1,32 \text{ см}^3;$$

Необходимый диаметр болта:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_{тр}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1,32}{3,14}} = 2,38 \text{ см}.$$

Принимаем окончательно узловой болт диаметром 24мм ГОСТ 7798-70 и длиной  $l_6 = 185$  (верх. пояс) +  $2 \cdot 10$  (накладки на пояс) +  $4 \cdot 8$  (накладки на раскосы) +  $2 \cdot 25$  (резьба) =  $287 \text{ мм} \approx 300 \text{ мм}$ .

Расстояние от центра болта до нижнего или верхнего края стыковой накладке согласно таб.39[3] не должно быть менее:

$$16 / 2 = 8,0 \text{ см} > 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,4 = 3,6 \text{ см}.$$

Здесь,

16 - ширина сечения накладке на нижний пояс.

### 2.5.7.2 Расчет стыковой накладке

Проверка прочности стыковой накладке на растяжение производится в ослабленном сечении согласно п.5.1[3]:

Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №	Ив. №
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата	08.03.01.2017.532-ПЗ.	Лист

$$\left(\frac{N}{A_n}\right) \cdot \gamma_n = \left(\frac{47774,0}{27,2}\right) \cdot 0,95 = 1668,6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 2450 \cdot 1,05 = 2572,5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2};$$

$$A_n = 2 \cdot (b - d) \cdot t = 2 \cdot (16 - 2,4) \cdot 1 = 27,2 \text{ см}^2;$$

Здесь:

$\gamma_c = 1,05$  - коэффициент условий работы стыковой накладки, п.6, в таб.6 [3];

$N$  - максимальное растягивающее усилие в панелях нижнего пояса;

$A_n$  - площадь нетто двух накладок.

Усилия, приходящиеся на сварные швы, прикрепляющие накладки к поясным уголкам:

Усилие на шов для одного уголка:

У обушка:

$$T_o = \frac{N}{2} \cdot 0,7 = \frac{47774,0}{2} \cdot 0,7 = 16720,9 \text{ кгс};$$

У пера:

$$T_n = \frac{N}{2} \cdot 0,3 = \frac{47774,0}{2} \cdot 0,3 = 7166,1 \text{ кгс};$$

Длина шва у обушка:

- из расчета на срез по металлу шва:

$$l_w = \left(\frac{T_o}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}\right) \cdot \gamma_n = \left(\frac{16720,9}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 1850 \cdot 1 \cdot 1}\right) \cdot 0,95 = 24,5 \text{ см};$$

- из расчета на срез по металлу границы сплавления:

$$l_w = \left(\frac{T_o}{\beta_z \cdot k_f \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c}\right) \cdot \gamma_n = \left(\frac{16720,9}{1 \cdot 0,5 \cdot 1710 \cdot 1 \cdot 1}\right) \cdot 0,95 = 18,6 \text{ см};$$

Длина шва у пера:

- из расчета на срез по металлу шва:

$$l_w = \left(\frac{T_n}{\beta_z \cdot k_f \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c}\right) \cdot \gamma_n = \left(\frac{7166,1}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 1850 \cdot 1 \cdot 1}\right) \cdot 0,95 = 10,5 \text{ см};$$

- из расчета на срез по металлу границы сплавления:

$$l_w = \left(\frac{T_n}{\beta_z \cdot k_f \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c}\right) \cdot \gamma_n = \left(\frac{7166,1}{1 \cdot 0,5 \cdot 1710 \cdot 1 \cdot 1}\right) \cdot 0,95 = 8,0 \text{ см}.$$

Назначаем длину шва для приварки каждого поясного уголка к стыковой накладке с учетом конструктивного удлинения каждого шва на 10мм:

У обушка:  $24,5 + 1,0 = 25,5 \text{ см}$ ; принимаем 26см.

У пера:  $10,5 + 1,0 = 11,5 \text{ см}$ ; принимаем 12см.

$$\left. \begin{array}{l} 4 \cdot k_f = 4 \cdot 0,5 = 2,0 \text{ см} \\ 4,0 \text{ см} \end{array} \right\} < \left\{ \begin{array}{l} 14 \text{ см} \\ 7 \text{ см} \end{array} \right\} < 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 29,75 \text{ см}.$$

Исходя из требуемой длины сварных швов, назначаем длину стыковых накладок 590мм.

Результаты расчета фермы занесены в сводную табл. 2.5.1.

Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата
Взам. инв.	
Инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №	

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

**Сводная таблица данных по расчету фермы**

Таблица 2.5.1

Исходные данные и наименование проверок	Фактическое значение	Предельно допустимое значение
1	2	3
Грузовая площадь одной фермы (в осях), м	36,0x6,0	-
Отношение высоты фермы к пролету	1/6	-
Максимальное значение расчетной нагрузки на 1м пролета фермы, кгс/м:		-
а) постоянная (у карниза)		
б) снеговая по 1 схеме ( в середине пролета)	533,4	
в) снеговая по 2 схеме (у карниза)	1440	
	2709,1	
Расчетные сочетания усилий, кгс, кгс·м	1) max N=-50866,4; M=-3590,8;	
	2) N=-35341,1; max M=4045,6;	
	3) min N=-12649,9; +M=194,9;	
	4) N=-35341,1; max M=4045,6.	
Сечение верхнего	185x442	-

Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата
Инт. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

пояса (отношение высоты сечения к длине панели), мм	(1/15,5)	
Сечение нижнего пояса	L100x63x8	-
Сечение раскосов	185x170	-
Коэффициенты условий работы	$m_n=1,0; m_b=1,0; m_d=1,0;$	
	$m_6=1,0; m_{cl}=0,99; m_{gn}=1,0$	
Проверка прочности верхнего пояса по нормальным напряжениям от двух сочетаний усилий, кгс/см <sup>2</sup>	146,9	148,5
	125,7	148,5
Проверка устойчивости плоской формы деформирования верхнего пояса, кгс/см <sup>2</sup>	0,35	1
Проверка прочности нижнего пояса, кгс/см <sup>2</sup>	1959,86	2422,5
Проверка устойчивости раскосов, кгс/см <sup>2</sup>	79,18	148,5
	103,5	148,5
Проверка прочности раскоса на растяжение, кгс/см <sup>2</sup>	19,68	72
Проверка гибкости раскосов	122,1	150
	142,4	150

Ивл. №	Ивл. №	Ивл. №	Ивл. №	Ивл. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.



## 1. Исследовательская часть клееной балки на сжатие

Современный уровень развития строительства требует полного его перехода на индустриальные типы конструкций, отличающиеся технологичностью в изготовлении, простотой в сборке и надежностью в эксплуатации. Это в равной степени относится и к конструкциям из дерева, наиболее индустриальными из которых являются клееные конструкции. Склеивание позволяет создавать монолитные элементы значительного сечения и длины, а это, в свою очередь, ведет к уменьшению общего числа элементов и узлов в конструкциях. Поточность производства этих конструкций, высокая степень его механизации и автоматизации определяют конкурентоспособность клееных деревянных конструкций в сравнении с конструкциями из других материалов.

Один из путей устранения указанных недостатков и повышения технико-экономической эффективности — армирование сечений клееных деревянных конструкций и элементов стальной или стеклопластиковой арматурой. Это позволяет существенно сократить расход древесины, уменьшить монтажную массу, повысить качество и надежность деревянных конструкций, работающих в основном на изгиб и сжатие с изгибом. Высокая прочность и жесткость в сочетании с малой монтажной массой делают эти конструкции незаменимыми в рассредоточенном сельскохозяйственном строительстве, труднодоступных и отдаленных от магистральных путей районах, для большепролетных конструкций и значительных нагрузок в узловых соединениях, позволяющих производить укрупненную сборку

Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Взам. инв.	Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Рассматривая армированные деревянные конструкции как комплексные, следует выбирать арматуру с учетом полного использования ее свойств в зависимости от механических свойств древесины. Учитывая, что предельные деформации волокон древесины при механических испытаниях на растяжение и сжатие в среднем составляют 1,15 и 0,84 %, а у арматуры – 6 – 16 % (деформации, соответствующие пределу текучести равны 0,15 – 0,35 %) (рис. 2.1), можно сделать вывод, что во всех случаях при совместной работе арматуры с древесиной несущая способность арматуры будет использована, т.е. напряжения в арматуре достигнут предела текучести прежде, чем будет исчерпана прочность древесины.

В то же время арматура предотвратит хрупкое разрушение конструкции вследствие того, что даже после полного разрушения древесины в растянутой зоне арматура частично сохраняет несущую способность, хотя и будет работать за пределами текучести, т.е. создается эффект подпружной тяги или шпренгеля. Экспериментальные исследования

полностью подтверждают этот вывод и показывают, что после разрушения древесины растянутой зоны балки выдерживают нагрузку, составляющую 60 – 75 % величины разрушающей нагрузки, что повышает надежность конструкций (без предварительного напряжения) могут быть использованы стали, прочностные древесины, т.е. стали класса А-II и А-III по ГОСТ 5781-82 .

В лабораторных условиях нами были произведены испытания на несущую способность клееных балок трех видов : неармированной, армированной стеклопластиком, армированной арматурой.

Исходные данные:

$$L_{\text{балки}} = 2900 \text{ мм.} = 29 \text{ см}$$

$$h_{\text{балки}} = 200 \text{ мм.} = 20 \text{ см.}$$

$$b_{\text{балки}} = 100 \text{ мм.} = 10 \text{ см.}$$

Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.	Взам. инв.
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Используемое оборудование: стенд для испытаний, домкрат, прогибомер, прибор для измерений деформаций на опоре

Результаты испытаний показаны в таблицах 4,5,6:

### 1.1 Балка клееная, без армирования

Таблица 1

Нагрузка, Р, кг	Показания прогибомера, мм	Прогиб балки, f, мм
0	0,04	0
200	4,26	4,22
400	7,00	6,96
600	9,60(переставлено 0,01)	9,56
800	3,55	13,1
1000	5,13	18,22
1200	8,81	27,03

### 1.2 Балка клееная, армированная стекловолокном Ø = 8 мм. 8 шт.

Таблица 2

Нагрузка, Р, кг	Показания прогибомера, мм	Прогиб балки, f, мм
0	0,78	0

Подп. и дата  
 Подп. и дата  
 Взам. инв.  
 Инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. №

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата
----	------	----------	---	-------	----	------

200	2,75	1,97
400	5,42	4,67
600	8,43(переставлено 1,10)	7,65
800	3,86	10,31
1000	6,36	12,5
1200	9,06	15,2

**1.3 Балка клееная, армированная стальной арматурой,  
Ø = 12 мм. 4 шт.**

Таблица 3

Нагрузка, Р, кг	Показания прогибомера, мм	Прогиб балки, f, мм
0	0,16	0
200	2,72	2,56
400	5,14	4,98
650	7,59	7,43
800	9,36(переставлено 0,22)	9,2
1000	2,24	11,22
1200	4,16	15,16

Проведенные исследования показали, что армированные металлическими прутками деревянные балки обладают несущей способностью в 2 раза выше, по сравнению с балками без армирования, и незначительно, но превышает

Инд. №  
Подп. и дата  
Инд. №  
Взам. инв.  
Подп. и дата  
Инд. №  
Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум. №	Подп. По	Дата
----	------	------------	----------	------

08.03.01.2017.532-ПЗ.

Лист

несущую способность балки, армированной стеклопластиком. При повышенной несущей способности армированные балки имеют наименьший прогиб при приложении максимальной нагрузки.

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	№	Подп.	По	Дата

08.03.01.2017.532-ПЗ.