

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт

Факультет механико-технологический  
Кафедра техники и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой, к.т.н.,  
доцент  
\_\_\_\_\_ А.В. Прохоров  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

ПРЕДПРИЯТИЕ ПО РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЬНЫХ КРАНОВ  
В Г. БАЛАКОВО

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ– 080301.2018.599.ПЗ ВКР

Консультант, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ С.Н. Погорелов  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель работы,  
преподаватель  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Машков  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор работы -  
студент группы ДО-531  
\_\_\_\_\_ С.П. Пыхтеев  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер, специалист  
по УМР  
\_\_\_\_\_ Н.В. Грунина  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Челябинск 2018

## АННОТАЦИЯ

Пыхтеев, С.П. Предприятие по ремонту автомобильных кранов в г. Балаково. – Челябинск: ЮУрГУ, ДО – 531; 2018. – 108с. 16 ил., библиогр. список – 41 наим., 10 листов чертежей ф. А1.

Выпускная квалификационная работа содержит пять основных частей. Архитектурная часть работы содержит описания генерального плана строительства, описание основных конструкций, теплотехнический расчет ограждающих конструкций. В расчетной части ВКР представлен расчет несущих конструкций: расчет фермы, расчет колонны. В разделе технология строительного производства разработана технологическая карта на работы нулевого цикла. Раздел организация строительного производства содержит расчет и планирование календарного плана, а также разработку строительного генерального плана с необходимыми расчетами по освещению, водопотреблению, временных зданий и складов.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с действующими государственными стандартами, нормами и правилами.

Пояснительная записка содержит:

- 108 страницы;
- 16 рисунков;
- 21 таблица.

					<i>080301.2018.599.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Пыхтеев</i>			<i>Предприятие по ремонту автомобильных кранов в г. Балаково</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руководит.</i>		<i>Машков</i>				<i>Д</i>		
<i>Н. конр.</i>		<i>Грунина</i>				<i>ЮУрГУ кафедра техники и технологии</i>		
<i>Консульт.</i>		<i>Погорелов</i>						
<i>Утвердил</i>		<i>Прохоров</i>						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 6	
1.1 Введение.....	6
1.2 Исходные данные.....	6
1.3 Описание технологического процесса.....	7
1.4 Генеральный план.....	8
1.5 Объёмно-планировочное решение здания.....	9
1.6 Конструктивное решение здания.....	9
1.6.1 Фундаменты и фундаментные балки.....	10
1.6.2. Колонны.....	10
1.6.4 Плиты покрытия.....	11
1.6.5 Полы.....	12
1.6.6 Панели.....	12
1.6.7 Перегородки.....	12
1.6.8 Стропильные и подстропильные конструкции.....	12
1.6.9 Окна, двери, ворота.....	13
1.6.10 Связи.....	13
1.6.11 Фонари.....	14
1.6.12 Двери.....	14
1.7 Теплотехнический расчёт стены.....	14
1.7 Инженерное оборудование здания.....	17
1.7.1 Вентиляция.....	17
1.7.2 Водоснабжение и канализация.....	17
1.7.3 Электроснабжение.....	17
1.7.4 Электрооборудование.....	18
1.7.5 Электроосвещение.....	19
1.7.6 Связь и сигнализация.....	19

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

## 2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Введение.....	20
2.2 Расчёт стропильной фермы.....	20
2.2.1 Сбор нагрузок.....	20
2.2.2 Снеговая нагрузка.....	21
2.2.3 Подбор сечений.....	27
2.2.4 Расчет узлов фермы.....	36
2.3 Расчёт колонны.....	40
2.3.1 Определение расчетной длины колонны. Крайняя колонна.....	41
2.3.3 Проверка устойчивости верхней части колонны.....	44
2.3.4 Проверка устойчивость верхней части колонны из плоскости действия момента.....	44
2.3.5 Подбор сечения нижней части колонны.....	45
2.3.6 Расчет решетки подкрановой части колонны.....	48
2.3.7 Расчет и конструирование узла сопряжения верхней и нижней частей колонны.....	49

## 3 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

3.1 Введение.....	52
3.2 Технология производства работ.....	53
3.2.1 Расчистка территории.....	53
3.2.2 Создание геодезической разбивочной основы.....	53
3.3 Определение объемов грунта при разработке траншей и котлованов.....	54
3.4 Выбор комплектов машин для разработки грунта в траншее и в котловане.....	56
3.4.1 Подбор экскаватора.....	57
3.4.2 Подбор техники для перевозки грунта.....	59
3.5 Подбор крана для возведения подземной части.....	60
3.6 Технология монтажных работ.....	61
3.7 Выбор монтажных кранов.....	63
3.7.1 Подбор монтажных кранов для одноэтажных части здания.....	63

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

3.7.2 Монтажные приспособления и грузозахватные устройства .....	66
3.8 Технологические карты .....	68
3.8.1 Технологическая карта на механизированную доработку грунта ....	68
3.8.2 Организация и технология строительного процесса.....	69
3.8.3 Методы и последовательность производства работ.....	69
3.8.4 Операционный контроль качества .....	69
<b>4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	
4.1 Введение.....	71
4.2 Исходные данные для проектирования .....	71
4.3 Выбор методов производства работ.....	72
4.4 Определение продолжительности строительства .....	73
4.5 Техничко-экономические показатели календарного плана.....	74
4.6 Определение номенклатуры работ.....	75
4.7 Отчет о расходе материалов. ....	76
4.8 Проектирование строительного генерального плана.....	79
4.8.1 Методы производства основных строительно-монтажных работ ....	80
4.8.2 Производство работ в зимних условиях .....	80
4.8.3 Потребность в основных строительных машинах и механизмах .....	81
4.8.4 Потребность во временных зданиях и сооружениях .....	81
4.8.5 Расчет складских помещений и площадок .....	83
4.8.6 Расчет объектов и коммуникаций инженерного обеспечения строительства.....	86
4.9 Основные указания по технике безопасности и противопожарным мероприятиям .....	89
<b>5 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>91</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>105</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>106</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все больше людей мечтают жить в индивидуальном жилом доме, как правило, это малоэтажные застройки, на возведение которых, нужна подъемная техника. Наиболее часто применяемым в этой сфере является автокран, способный к большой грузоподъемности и мобильности. Ресурсы автокрана не вечны и имеют свой износ, к тому же большинство людей привыкли экономить и не учитывать некоторые характеристики кранов, в результате пренебрежения которыми появляются поломки. Ремонт автокрана требует определенных знаний и специализации, поэтому темой моей работы выбрано предприятие по ремонту автомобильных кранов.

В проектируемом здании так же предусмотрен ремонт другой строительной техники, который требует определенной специализации. Данное решение предусмотрено с точки зрения рентабельности будущего предприятия. Цех предназначен для проведения технического ремонта и технических уходов автокранов, тракторов, бульдозеров и другой строительной техники. Тема является актуальной так как большинство предприятий подобного назначения, как правило, находятся в мегаполисах и следовательно требует дополнительных средств на доставку строительной машины.

В процессе проектирования я буквально вжился в объект строительства пытаюсь изучить технологию и последовательность действий ремонтной бригады, а также процесса оформления документов. Данный процесс подробного исследования показал мне как лучше разметить зоны в проектируемом цехе при этом с соблюдением техники безопасности. Подбор основных конструктивных элементов так же играет не маловажную роль, поэтому до начала проектирования я провел анализ несущих конструкций здания, некоторые из которых приведены в во втором разделе данной работы. При разработке технологической карты и строительного генерального плана я подбирал наиболее эффективные и экономичные методы производства работ, без ущерба качеству.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Введение в раздел

В настоящее время в России строится огромное количество зданий, спортивных сооружений, жилых домов, торговых центров и т.д. И все это во многом облегчается, благодаря автоматизации строительного производства в целом. На строительных площадках используется разнообразная строительная техника (различные краны, бульдозеры, скреперы, экскаваторы и др.), во многом облегчающая труд человека. Всей этой техники время от времени требуется ремонт. Поэтому темой моей дипломной работы является предприятие по ремонту автомобильных кранов, а также другой строительной техники, расположенное в городе Балаково.

## 1.2 Исходные данные

Выпускная работа разработана на основании задания, на дипломное проектирование по организации и планированию строительства. Место строительства г. Балаково, относящийся к III району по весу снегового покрова с  $S_0 = 1,8$  кПа и к III району по напору ветра с  $\omega_0 = 0,38$  кПа.

Геологические условия: грунты песок пылеватый маловлажный, алевроит зеленовато-серый неравномерно слабоцементированный твердый. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов в соответствии со СП 131.13330.2012 составляет 1,6 м. Подземные воды скважинами глубиной 4 м не вскрыты.

Расчётная температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 составляет  $t = - 26$  °С; обеспеченностью 0,98 составляет  $t = - 28$  °С.

Здание отапливаемое. Температура внутреннего воздуха  $t = +18$  °С. Относительная влажность внутреннего воздуха внутри цеха 60%, в аварийных ситуациях возможно до 75%.

Уровень ответственности здания II. Категория помещений по взрывоопасности В-1.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Степень огнестойкости здания – II.

Повторяемость ветров по направлениям относительно сторон света характеризуется следующими сезонными данными, используемыми для построения розы ветров.

### 1.3 Описание технологического процесса

Завод по ремонту автокранов выполняет следующие виды ремонта:

– мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту кранов осуществляются и разрабатываются с учетом эксплуатационной и ремонтной документации заводов-изготовителей, требований к техническому состоянию машин и правил безопасной эксплуатации, которые установлены Госгортехнадзором и государственными нормативными документами;

– капитальный ремонт обеспечивает близкий к полному или полный ресурс крана путем восстановления и замены сборочных деталей и единиц (узлов), включая базовые;

– краны, потерявшие работоспособность из-за отказа также подвергаются неплановому ремонту по результатам обследования.

Автосервис по ремонту автокранов рассчитан на оказание полного спектра услуг по обслуживанию техники производства на:

– наладку и ремонт гидравлического оборудования подъемных различных автокранов;

– ремонт и наладку электрооборудования;

– замену телескопа, секций стрелы;

– подготовку автокрана к зимней эксплуатации;

– регулировку и диагностику гидросистемы автокрана;

– замену гидравлического масла;

– продажу широкого ассортимента деталей, узлов и ЗИП строительной и грузоподъемной техники.

Цех по ремонту можно разделить на несколько зон (цехов), это:

– зона осмотра и разборки;

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



- зона ремонта двигателей;
- зона сборки и комплектации;
- зона сварки и комплектации;
- кузнечный цех;
- слесарный цех.

### Технологический процесс выработки

Цех предназначен для проведения технического ремонта и технических уходов автокранов, тракторов, бульдозеров и другой строительной техники.

Цех оборудован поточной линией ремонта и постами для технического обслуживания машин. Машины, прошедшие наружную мойку, поступают в зону осмотра и разборки. Частично разобранные машины перемещаются по линии ремонтно-монтажного участка, где производится последовательная сборка. На ремонтных участках предусмотрены мостовые краны, транспортное оборудование, конвейеры и стенды для ремонта и испытания узлов и агрегатов. Вся линия технологического процесса представлена на схеме (рисунок 1).

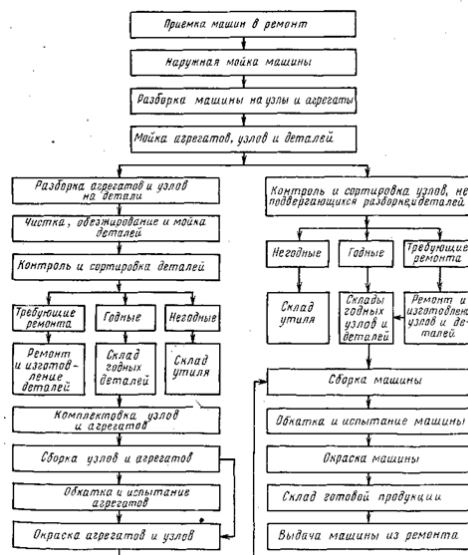


Рисунок 1 – схема технологического процесса

### 1.4 Генеральный план

Территория цеха по ремонту автокранов представляет собой группу производственных зданий и сооружений, огороженных забором. Площадь самого цеха составляет 7056 м<sup>2</sup>. Транспортная связь с другими предприятиями

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

осуществляется междугородней автомобильной трассой дорогой. Также отдельно от цеха расположены гаражи, склады, корпуса так, чтобы до них можно было беспрепятственно добраться. Также проектом предусмотрено озеленение по всей территории завода.

ТЭП генплана:

- площадь застройки  $S_z = 7056 \text{ м}^2$ ;
- площадь генплана  $S_r = 133000 \text{ м}^2$ ;
- площадь озеленения  $S_{оз} = 39000 \text{ м}^2$ ;
- площадь твердого покрова  $S_{тв} = 65000 \text{ м}^2$ ;
- процент озеленения 31%;
- плотность застройки 5,3%.

ТЭП здания:

- строительный объём:  $139356 \text{ м}^3$ ;
- общая площадь:  $7056 \text{ м}^2$ ;
- полезная площадь:  $6500 \text{ м}^2$ .

#### 1.5 Объёмно-планировочное решение здания

Возводимый цех по ремонту автокранов и другой строительной техники в плане имеет простую квадратную форму размерами по осям 84 x 84 м, имеет три пролета. Конструктивная схема здания – каркасная.

Шаг колонн – 6м, шаг колонн фахверка – 6м.

В каждом пролете запроектирован мостовой кран грузоподъемностью  $Q=20 \text{ т}$  с режимом работы 7К и проходом вдоль кранового пути.

Все подсобные помещения и лаборатории запроектированы таким образом, чтобы к ним был возможен подъезд вспомогательной ремонтной техники, а также объектов ремонта непосредственно.

#### 1.6 Конструктивное решение здания

Проектируемое промздание каркасного типа. По материалу основных несущих конструкций – здание с металлическим каркасом.

Обеспечение пространственной жесткости:

					<i>080301.2018.599.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

– в продольном направлении – V-образные надкрановые связи в виде связевых фермочек с параллельными поясами;

– в поперечном направлении – стропильные фермы носящие в себе шпренгельный характер.

### 1.6.1 Фундаменты и фундаментные балки

Под металлические колонны фундамент выполняется в виде столба с анкерными болтами для крепления базы колонны, отметка обреза фундамента принимается равной – 0,7 м с целью защиты базы колонны от механических повреждений и коррозии. Глубина заложения столбчатых фундаментов на протяжении всего здания колеблется от - 1,9 м до - 1,6 м соответственно. В проекте приняты следующие типы фундаментов серии 1.412:

ФА 25-30 под фахверковые колонны с размерами  $2,4 \times 1,5 \times 0,3$ ;  $1,8 \times 1,5 \times 0,3$  размеры сечения подколонника  $0,4 \times 0,4$ , глубина стакана 0,6 м;

ФА-19-24-под крайние двухветвевые металлические колонны имеет подошву следующих размеров:  $3,3 \times 2,4 \times 0,3$ ;  $2,7 \times 1,8 \times 0,3$ . Размеры сечения подколонника  $1,5 \times 1,2$ , глубина стакана 0,9 м;

ФД-61-65-под средние двухветвевые металлические колонны: имеет подошву следующих размеров:  $4,2 \times 3 \times 0,3$ ;  $3 \times 2,1 \times 0,3$ . Размеры сечения подколонника  $1,8 \times 1,2$ , глубина стакана 0,9 м.

Фундаментные балки трапецидальной формы по серии 1.415-1 размером в верхней части 300 мм и высотой 400 мм. Фундаментные балки устанавливаются на песок, предварительно политый водой и утрамбованный. На фронтальной стороне фундаментной балки организуется глиняный замок. Армируется сеткой и выливается из бетона класса В15. По верху устраивается слой гидроизоляции.

### 1.6.2. Колонны

Крайний средний ряд выполнен из стальных колонн составного сечения в виде двух профилей, соединенных решеткой. Подкрановая часть колонны переходит в базу, непосредственно опирающуюся на бетонный фундамент. База

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

состоит из опорной плиты и траверс, на которые ложатся плитки с анкерными болтами, утопленными в бетон.

Решетка подкрановой части колонны двухплоскостная, из прокатных уголков. Фахверковые колонны выполнены из стального проката.

### 1.6.3 Подкрановые балки

Подкрановые балки опираются на консоли рядовых колонн строганной нижней кромкой рядовых опорных рёбер.

Подкрановые балки состоят из сварного двутавра с развитым верхним поясом одинаковой ширины. Высота унифицированных балок на опоре для шага колонн 6 м составляет 0,6 м при грузоподъёмности крана до 20 т.

Для обеспечения устойчивости стенка балки снабжена поперечными рёбрами жесткости с интервалом 1.5 м. Рёбра обрываются на высоте 60 мм от нижней полки.

Крановые пути прокладываются из железнодорожных рельсов для кранов грузоподъёмностью до 50 т. Для предупреждения аварий при работе крана у торцов здания крановые пути снабжаются устройством, автоматически включающим торможение, и ограничиваются концевыми упорами типа железнодорожных тупиков. Концевые упоры привариваются к подкрановой балке. Для смягчения удара они снабжены брусчатыми амортизаторами.

### 1.6.4 Плиты покрытия

В качестве плит покрытия в проектируемом здании были приняты железобетонные ребристые плиты марки ПР 60-30. В состав покрытия входят следующие элементы: железобетонные ребристые плиты; пароизоляция из рулонного материала (рубероида) на кровельной мастике; утеплитель (жесткие минераловатные плиты); основание под кровлю (легкий бетон марки 50 с уклоном); гидроизоляционный ковер из трёх слоев рубероида на мастике; защитный слой из одного слоя гравия, втопленного в кровельную мастику. Уклон кровли 1:12; 1:15. С покрытия организован внутренний водоотвод по ендове в водоприёмные воронки.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

### 1.6.5 Полы

Уровень пола находится выше планировочной отметки примыкающей территории на 150 мм.

В данном здании полы устроены на грунте. Основными конструктивными элементами пола являются покрытие, подстилающий слой (подготовка), прослойка, стяжка, гидроизоляция и теплоизоляция.

Во всех цехах применяем асфальтобетонное покрытие. Асфальтобетонное покрытие устроено толщиной 35 мм, состоит из смеси битума, пылевидного наполнителя, песка. Уложено асфальтобетонное покрытие по бетонному подстилающему слою.

### 1.6.6 Панели

Стены цеха выполнены из сэндвич панелей толщиной 120 мм. Крепление панелей к колоннам должно быть прочным и податливым при температурных и осадочных деформациях стен. Панели закрепляют саморезами к металлической колонне. Отделку сэндвич панели не предусматривают, т.к. обладают достаточными тепломеханическими и санитарно-гигиеническими свойствами

### 1.6.7 Перегородки

Перегородки выполнены из гипсокартона КНАУФ (KNAUF) с двухслойной обшивкой на металлическом каркасе.

Данная конструкция обеспечивает высокие характеристики, в том числе и специальные требования по огнестойкости и звукоизоляции. Поверхности перегородок окрашиваются краской

### 1.6.8 Стропильные и подстропильные конструкции

В покрытие здания несущими элементами служат фермы, укладываемые поперек и вдоль здания.

По характеру укладки фермы бывают: стропильные, если они перекрывают пролет, поддерживают опертые на них конструкции покрытия.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

В проекте предусмотрены металлические фермы пролетами 24 и 36 м с параллельными поясами на шпренгельной основе.

#### 1.6.9 Окна, двери, ворота

Освещение помещений промышленного здания принято ленточное: из двух ниток высотой 4,20 м и 1,20 м. В целях уменьшения прямой и отраженной блескости в помещениях, ухудшающей видимость вырабатываемой продукции, нижние грани остекления расположены на расстоянии 1,2 м от уровня пола. Форма, размеры и место расположения оконного остекления выбрано на основании светотехнического расчета исходя из условий обеспечения благоприятного освещения рабочих мест с учетом режима работы в производственном помещении и климатических особенностей района.

Для ввода в промышленное здание транспортных средств, перемещения оборудования и прохода большого числа людей в наружных стенах предусмотрены ворота. Размеры проемов ворот приняты кратными модулю 600 мм.

В поперечной стене всех трех пролетов, в торцовой стене электроремонтного отделения предусмотрены распашные двупольные ворота размером 4,0\*4,2 м.

Тип ворот выбран с учетом габаритов проема, требуемой степени герметизации помещения, наличия свободного пространства около проема и интенсивности движения транспорта.

Для сообщения помещений между собой выбраны двухпольные распашные ворота, имеющие размеры 4,0\*4,2 м.

#### 1.6.10 Связи

В продольном направлении устойчивость здания обеспечивается системой вертикальных связей между колоннами. Для снижения усилий в элементах каркаса от температурных и других воздействий вертикальные связи располагают в середине температурных блоков в каждом ряду колонн.

В проектируемом здании были приняты крестовые связи марки: ВС-1; ВС-2.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

### 1.6.11 Фонари

В проектируемом здании были приняты светоаэрационные фонари, устраиваемые в среднем пролете и над отделением ремонта крупного оборудования. Остекление принимаем с двумя ярусами переплетов.

Унифицированные прямоугольные фонари имеют ширину 12 и 6 м. Длины фонарей над обоими отделениями принимаем 72 м. Проемы одинарные стальные глухие. Бортовой элемент высотой 600 мм.

### 1.6.12 Двери

По положению в здании двери подразделяются на входные в здание, тамбурные, и входные в санузлы.

Конструкция дверных блоков принята по Серия 1/236-5 вып. 2, и ГОСТ 6629-88, ГОСТ 24698-81.

Направление открывания дверей определяется беспрепятственностью эвакуации из помещений. Дверные полотна не должны препятствовать основному направлению движения, поэтому дверь должна открываться из помещений.

Для остекления дверных полотен там, где это необходимо применяются стёкла толщиной 4 мм. Пазы для стёкол обрамляются деревянными раскладками и уплотняются прокладками.

Дверные полотна навешиваются на две петли, замки и дверные ручки устанавливаются на высоте 1 метра от уровня пола. Входные дверные полотна навешиваются в коробке посредством трёх петель, двух вверху и одной внизу.

При установке дверных коробок щели конопатятся паклей, смоченной в гипсовом растворе, и накрываются наличниками.

Для задержки пролитой воды в санузлах предусмотрен порог возвышающийся над уровнем пола на 10 мм.

### 1.7 Теплотехнический расчёт стены

Толщину сэндвич панели принимаем - 120 мм. Ограждения зданий должны обладать требуемыми теплозащитными свойствами, быть в достаточной степени воздухо- и влагонепроницаемыми. Теплозащитные свойства наружных

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

ограждений определяют двумя показателями: величиной сопротивления теплопередачи  $R_0$  и теплоустойчивостью, которую оценивают по величине тепловой инерции ограждения  $D$ . Величина  $R_0$  определяет сопротивление ограждения передаче теплоты в стационарных условиях, а теплоустойчивость характеризует сопротивляемость ограждения передаче изменяющихся во времени периодических тепловых воздействий. В зимних условиях теплозащитные свойства ограждений принято характеризовать в основном величиной  $R_0$ , а в летние их теплоустойчивостью. Это объясняется тем, что для зимы характерны относительно устойчивые низкие температуры вне здания и постоянная внутренняя температура, которую обеспечивает система отопления. Летом характерны периодические суточные изменения и солнечной радиации и внутри здания температура часто не регулируется. Наиболее важным является определение расчетного сопротивления теплопередаче  $R_0$  основной части (глади) конструкции ограждения, с чего обычно и начинают теплотехнический расчет ограждения. Необходимо соблюдать условие, чтобы  $R_0$  было равно или больше минимального допустимого по санитарно-гигиеническим и технологическим соображениям (требуемого) сопротивления  $R^{TP}_0$  теплопередаче:

$$R_0 \geq R^{TP}_0, \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}, \quad (1.1)$$

где значение  $R_0$  определим, исходя из вычисленного по определенной формуле числа дней градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{оп}) \times Z_{оп}, \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут}, \quad (1.2)$$

где  $t_{в}$  – расчетная температура внутреннего воздуха,  $^\circ\text{C}$ ,  $t_{в} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  принимая согласно нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_{оп} > Z_{оп}$  - средняя температура  $^\circ\text{C}$ , и продолжительность суточного периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равно  $8 \text{ }^\circ\text{C}$ , принимаемой согласно [1]. По значению ГСОП с помощью [2] определяем значение  $R^{TP}_0$  методом линейной интерполяции.

Величину утепляющего слоя можно определить, исходя из выполнения следующего условия:

					<i>080301.2018.599.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						15
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



$$R_{0}^{расч} \geq R_{0}^{тр}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}, \quad (1.3)$$

где  $R_{0}^{расч}$  – расчетное термическое сопротивление наружной ограждающей конструкции (стены),  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , определяемое по формуле:

$$R_{0}^{расч} = R_{в} + R_{т} + R_{н} = \frac{I}{\alpha_a} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{I}{\alpha_i}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}, \quad (1.4)$$

где  $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/\text{м} \text{ } ^\circ\text{C}$  – коэффициент теплоотдачи от стенки воздуху внутри помещения;

$\alpha_{н} = 23,0 \text{ Вт}/\text{м} \text{ } ^\circ\text{C}$  – коэффициент теплоотдачи от наружного воздуха к ограждению.

Зная расчётное значение термического сопротивления ограждающей конструкции, определим величину его коэффициента теплопередачи по формуле:

$$K = \frac{1}{R_{0}^{расч}}, \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1.5)$$

где  $R_0$  – расчётное значение термического сопротивления ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Проведём теплотехнический расчёт ограждающей конструкции. Определим физические характеристики материалов и занесем их в таблицу.

$$R_0^{\delta} = \frac{1}{23,0} + \frac{1,2}{4,2} + \frac{1}{8,7} = 1,48$$

Определим термическое сопротивление каждого слоя  $R_i$  и массивность  $D_i$  (характеристика тепловой инерции) каждого слоя:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (1.6)$$

Общее термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_0^{\delta} = 0,043 + 0,285 + 0,115 = 1,48 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Зная расчётное значение термического сопротивления ограждающей конструкции, определим величину его коэффициента теплопередачи по формуле:

$$K = \frac{1}{R_0^{\delta}} = \frac{1}{1,48} = 0,67 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.7)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$R_0^{id} = \frac{n(t_b - t_h)}{\Delta t^H \alpha_B} = \frac{0.9(18 + 25)}{4 * 8.7} = \frac{36.9}{34.8} = 1,06; \quad R_0^{id} \leq R_0^{\circ}; \quad 1,06 \leq 1,48 \quad (1.8)$$

условие соблюдается.

## 1.7 Инженерное оборудование здания

### 1.7.1 Вентиляция

В помещении цеха существует механическая приточно-вытяжная вентиляция.

Объём приточного воздуха рассчитан на разбавление, выделяемой при технологическом процессе литья под давлением магниевых сплавов, концентрации вредных веществ до предельно допустимой концентрации.

### 1.7.2 Водоснабжение и канализация

Проект по водоснабжению и канализации выполнен на основании нормативных документов.

Производственный водопровод. На производственные нужды, а именно на охлаждение узлов литейных машин, запроектирована установка башенного охладителя и баков (см. индивидуальный проект на башенный охладитель). На промывку деталей, виброобработку и шлифовку используется производственная оборотная вода. Вода подаётся в закольцованные системы. Подпитки в системах нет. Вода в системах подвергается местной очистке, полностью заменяется 1 раз в месяц. Грязная вода сливается и закачивается в ёмкость и вывозится для слива в колодец кислотной канализации. Твёрдый осадок вывозится на полигон отходов предприятия.

### 1.7.3 Электроснабжение

Потребители электроэнергии относятся ко II и III категории по надёжности электроэнергии.

Питание трансформаторов выполнено с существующих ячеек № 6, 27 КП-6. Предусмотрен учёт электроэнергии на стороне 10 кВ с передачей информации на

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

УСД-23. Предусмотрено выполнение заземляющего устройства ТП 6-7 и кабельных конструкций.

#### 1.7.4 Электрооборудование

Проектом предусмотрена установка щита распределительного ЩЗ в помещении щитовой 0,4 кВ ТП 6-7. Напряжение силовой распределительной сети 380/220В, 50 Гц.

Основными потребителями электроэнергии являются:

- литейные машины, поставляемые комплектно с оборудованием;
- прессы обрубочные;
- агрегаты электронасосов отделения водоподготовки;
- вентилятор сантехотсоса;
- кран мостовой однобалочный;
- реверсивные оконные осевые вентиляторы;
- координатно-измерительная машина;
- кондиционер;
- обрабатывающие центры;
- вибромашины;
- сушилка конвейерная;
- установка центрифугирования;
- промышленные шкафные кондиционеры.

Установленная мощность эл. приёмников 935 кВт. По условиям окружающей среды производственное помещение относится к пожароопасным, класса П-II (согласно ПУЭ 7-е издание).

Кабельные трассы проложены по существующим кабельным конструкциям, по конструкциям подвесных потолков, в ПВХ трубе, в полу в трубе и в каналах.

Все металлические нетоковедущие части электрооборудования, защитные трубы заземлить, используя нулевой провод питающего кабеля путём присоединения к существующему контуру заземления цеха. Все электромонтажные работы выполняются согласно ПУЭ.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

### 1.7.5 Электроосвещение

В отделении подготовки продукции, где расположен участок литья под давлением, существует рабочее, аварийное (эвакуационное) и ремонтное освещение. Нормы освещённости приняты согласно СП 52.13330.2016. Верхнее освещение производственного помещения цеха и лаборатории литья было выполнено ранее, согласно проекта. Проектом вновь предусмотрено: рабочее освещение пристроек, служебных помещений в осях 40-52 по ряду Б; рабочее, аварийное и ремонтное освещение помещений водоподготовки и виброобработки, подключение осевого вентилятора; рабочее и аварийное освещение помещения обработки пресс-форм, помещений в осях 40-42, А-Б; рабочее аварийное и ремонтное освещение помещения обрабатывающих центров; освещение рабочей зоны машин литья под давлением; освещение комнаты смен.

Выбор освещённости произведён в соответствии с нормируемыми показателями освещения общественных и общепромышленных помещений согласно СП 52.13330.2016.

### 1.7.6 Связь и сигнализация

В здании цеха предусматривается телефонизация, радиофикация, выполненная по телефонной канализации. Пожарная сигнализация предусматривается от пожарных извещателей.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

## 2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Введение в раздел

В данном разделе дипломного проекта выполнено конструирование и расчеты несущей конструкции предприятия по ремонту автокранов и другой строительной техники в г. Балаково.

Здание запроектировано каркасным из сборных стальных конструкций. Ограждение конструкций покрытия выполнено из железобетонных ребристых плит. Стены цеха выполнены из сэндвич-панелей, которые обладают небольшим весом, что в свою очередь ведет к снижению нагрузок от собственного веса здания, а следовательно, и к экономии материалов.

### 2.2 Расчёт стропильной фермы

#### 2.2.1 Сбор нагрузок

##### а) постоянная нагрузка

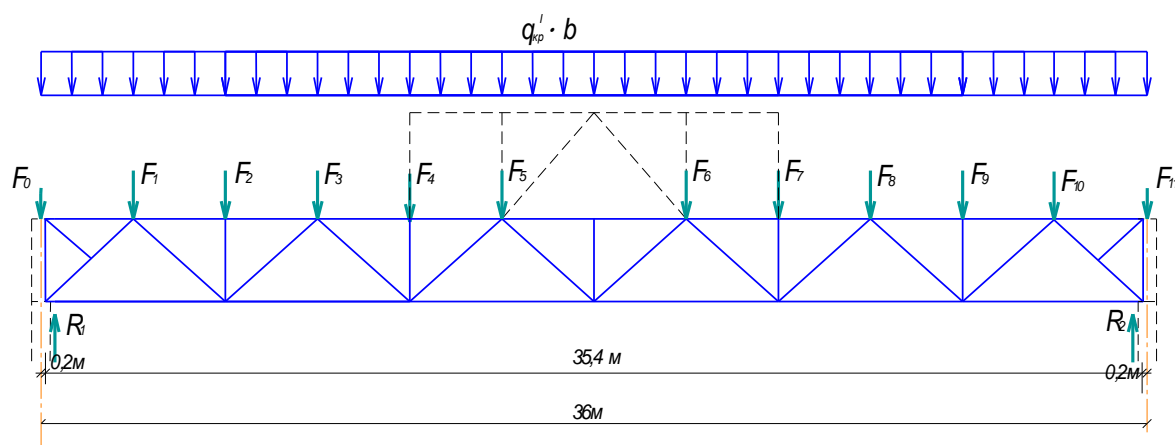


Рисунок 2.1 – Расчетная схема, сбор нагрузок

$$q'_{кр} = (q_{кр} - nq_{ф}) * \gamma_n = (3,12 - 1,05 * 0,1) * 0,95 = 2,86 \text{ (кН/м}^2\text{)} \quad (2.1)$$

Вес фонаря учитываем в местах фактического опирания фонаря на ферму.

Вес каркаса фонаря на единицу площади горизонтальной проекции фонаря  $q_{ф} = 0,1 \text{ (кН/м}^2\text{)}$ . Вес бортовой стенки и остекления на единицу длины стенки  $q_{б.ст} = 2 \text{ (кН/м}^2\text{)}$ .

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

080301.2018.599.ПЗ

Узловые силы:

$$F_0 = q'_{кр} * B * \frac{d}{2} = 2,86 \cdot 12 \cdot \frac{2,8}{2} = 48,04 \text{ (кН)} \quad (2.2)$$

$$F_1 = F_2 = F_3 = q'_{кр} B d = 2,86 * 12 * 3 = 102,96 \text{ (кН)} \quad (2.3)$$

$$F_4 = q'_{кр} * B * d + (q'_{фон} * B * 0,5 * d + q_{б.ст} * B) * \gamma_H = 2,86 * 12 * 3 + (0,1 * 12 * 0,5 * 3 + 2 * 12) * 0,95 = 135,48 \text{ (кН)} \quad (2.4)$$

$$F_5 = q'_{кр} B (0,5 * d + d) + [q'_{фон} * B * (0,5 * d + d)] * \gamma_H = 2,86 * 12 * 1,5 * 3 + (0,1 * 12 * 1,5 * 3) * 0,95 = 159,58 \text{ (кН)} \quad (2.5)$$

Опорные реакции колонны.

$$F_{AP} = F_B = F_0 + F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

$$F_{AP} = F_B = 48,04 + 102,96 \cdot 3 + 135,48 + 159,58 = 643,98 \text{ кН} \quad (2.6)$$

## 2.2.2 Снеговая нагрузка

1 вариант

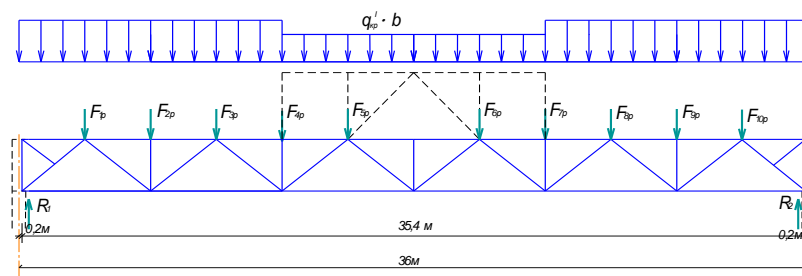


Рисунок 2.2 – Эшюра при снеговой нагрузке (вариант 1)

$$c_2 = 1 + 0,1 \cdot \frac{a}{b} = 1 + 0,1 \cdot \frac{12}{12} = 1,1 \quad (2.7)$$

$$P_{сн} = (p_0 n c \gamma_H) * c = (1 \cdot 1,4 \cdot 0,95) \cdot c = 1,33c \quad (2.8)$$

$$F_0 = F_{12p} = 52,678 / 2 = 26,33 \text{ (кН)} \quad (2.9)$$

$$F_1 = F_2 = F_{3p} = p B d c_2 = 1,33 * 12 * 3 * 1,1 = 52,678 \text{ (кН)} \quad (2.10)$$

$$F_4 = p B d (c_1 + c_2) / 2 = 1,33 * 12 * 3 * (0,8 + 1,1) / 2 = 45,49 \text{ (кН)} \quad (2.11)$$

$$F_5 = F_6 = p B (d + 0,5d) c_1 = 1,33 * 12 * 4,5 * 0,8 = 57,46 \text{ (кН)} \quad (2.12)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Опорные реакции колонны.

$$F_{AP} = F_B = F_0 + F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

$$F_{AP} = F_B = 26,33 + 52,678 \cdot 3 + 45,49 + 57,46 = 287,31 \text{ кН} \quad (2.13, 214)$$

2 вариант

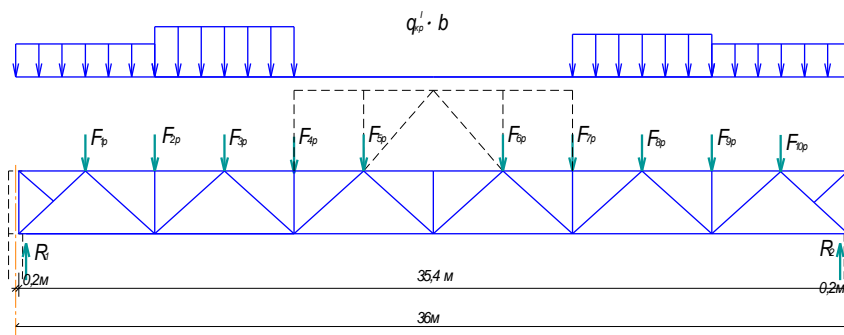


Рисунок 2.3 – Эпюра при снеговой нагрузке (вариант 2)

$$c = 1 + 0,5a/S_{\phi} = 1 + 0,5 \cdot 12/4,5 = 2,33 \quad (2.15)$$

$$F_0 = F_{12p} = 47,88/2 = 23,94 \text{ (кН)} \quad (2.16)$$

$$F_1 = F_2 = p \cdot B \cdot d \cdot c = 1,33 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 1 = 47,88 \text{ (кН)} \quad (2.17)$$

$$F_3 = p \cdot B \cdot d \cdot c = 1,33 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 2,33 = 111,56 \text{ (кН)} \quad (2.18)$$

$$F_4 = p \cdot B \cdot d / 2 \cdot c = 1,33 \cdot 12 \cdot 1,5 \cdot 2,33 = 55,78 \text{ (кН)} \quad (2.19)$$

$$F_5 = F_6 = F_7 = 0 \text{ (кН)}, \quad (2.20)$$

$$F_{AP} = F_B = F_0 + F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7$$

$$F_{AP} = F_B = 23,94 + 47,88 \cdot 2 + 111,56 + 55,78 = 287,04 \text{ кН} \quad (2.21)$$

Усилия в стержнях фермы определили с помощью программного комплекса SCAD. Все полученные усилия сводим в таблицу.

Общие характеристики

Группа конструкции по СП 16.13330.2017

Сталь: С245 - лист 2-20 мм

Расчетное сопротивление стали  $R_y = 24,0 \text{ кН/см}^2$

Коэффициент надежности по ответственности 0,95

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения - 0.95;

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

– сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 - 0.8.

Тип фермы

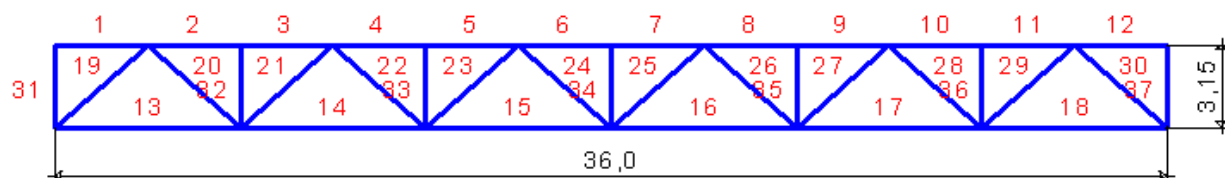


Рисунок 2.4 – Расчетная схема фермы

Пролет фермы  $L = 36,0$  м

Высота фермы  $H = 3,15$  м

Количество панелей верхнего пояса 12

Раскрепления из плоскости

Узлы верхнего пояса: все

Узлы нижнего пояса: крайние и посередине пролета

Сечение верхнего пояса - Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x3

Сечение нижнего пояса - Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x3

Сечение раскосов - Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x3

Сечение стоек - Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x3

Сечение опорных раскосов - Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x3

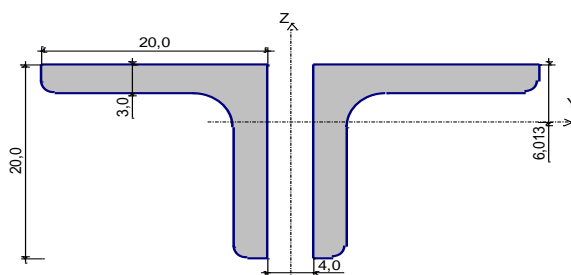


Рисунок 2.5 – Сечение уголок равнополочный  
по ГОСТ 8509-93 L20x3



Таблица 2.1 – Элементы сечения фермы

Элемент сечения	Угол	Зеркально
Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x3	90 град	+
Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x3	90 град	+

Таблица 2.2 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	2,26	см <sup>2</sup>
□	Угол наклона главных осей инерции	90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	0,795	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2,246	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,06	см <sup>4</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	0,593	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	0,997	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	1,021	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1,021	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	0,568	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	1,322	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1,792	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	1,15	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	2,246	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	0,795	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	0,997	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	0,593	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,251	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,585	см

Окончание таблицы 2.2

	Параметр	Значение	Единицы измерения
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси $Z(V)$	0,452	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси $Z(V)$	0,452	см
$y_m$	Координата центра масс по оси $Y$	0,2	см
$z_m$	Координата центра масс по оси $Z$	-0,601	см
$I_p$	Полярный момент инерции	3,041	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	1,16	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	1,333	см <sup>3</sup>

Загрузки

Загрузка 1 – Постоянное

Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний

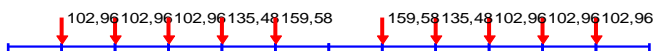


Рисунок 2.6 – Схема постоянного загрузения

Загрузка 2 – снеговое

Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Рисунок 2.7 – Схема постоянного загрузения

### Загрузка 3 – снеговое

Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Рисунок 2.8 – Схема постоянного нагружение

Таблица 2.3 – Усилия в элементах фермы

№ эл .	Комбинации		Загружения			Расчетные усиления
	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	1	2	3	
Верхний пояс						
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	-1771,323	-999,69	-1052,305	-446,952	-455,543	-1507,85
3	-1771,323	-999,69	-1052,305	-446,952	-455,543	-1507,85
4	-2790,637	-1626,762	-1712,381	-693,219	-668,038	-2405,6
5	-2790,637	-1626,762	-1712,381	-693,219	-668,038	-2405,6
6	-2981,808	-1771,144	-1864,362	-747,943	-668,038	-2612,305
7	-2981,808	-1771,144	-1864,362	-747,943	-668,038	-2612,305
8	-2790,637	-1626,762	-1712,381	-693,219	-668,038	-2405,6
9	-2790,637	-1626,762	-1712,381	-693,219	-668,038	-2405,6
10	-1771,323	-999,69	-1052,305	-446,952	-455,543	-1507,85
11	-1771,323	-999,69	-1052,305	-446,952	-455,543	-1507,85
12	0	0	0	0	0	0,0
Нижний пояс						
13	546,422	973,181	575,181	248,562	250,571	825,752
14	1359,803	2394,426	1431,371	595,171	614,914	2046,285
15	1771,144	2981,808	1864,362	747,943	668,038	2612,305
16	1771,144	2981,808	1864,362	747,943	668,038	2612,305
17	1359,803	2394,426	1431,371	595,171	614,914	2046,285
18	546,422	973,181	575,181	248,562	250,571	825,752
Раскосы						
19	-1411,112	-792,312	-834,012	-360,415	-363,329	-1197,341
20	657,238	1157,306	691,83	287,666	297,209	989,039
21	-903,5	-522,164	-549,647	-214,918	-231,089	-780,736
22	387,091	574,505	407,464	142,169	77,03	549,633
23	-284,736	-209,354	-220,372	-79,35	0	-299,722

Окончание таблицы 2.3

№ эл.	Комбинации		Загружения			Расчетные усилия
	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	1	2	3	
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	-284,736	-209,354	-220,372	-79,35	0	-299,722
27	387,091	574,505	407,464	142,169	77,03	549,633
28	-903,5	-522,164	-549,647	-214,918	-231,089	-780,736
29	657,238	1157,306	691,83	287,666	297,209	989,039
30	-1411,11	-792,312	-834,012	-360,415	-363,329	-1197,341
Стойки						
31	-42,981	0,0	0,0	-26,33	-23,94	-26,33
32	-183,791	-97,812	-102,96	-52,68	-47,88	-155,64
33	-215,292	-128,706	-135,48	-45,49	-55,78	-191,26
34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	-215,292	-128,706	-135,48	-45,49	-55,78	-191,26
36	-183,791	-97,812	-102,96	-52,68	-47,88	-155,64
37	-42,981	0,0	0,0	-26,33	-23,94	-26,33

Таблица 2.4 – Опорные реакции

	Сила слева (кН)	Сила справа (кН)
По критерию N <sub>max</sub>	603,94	603,94
По критерию N <sub>min</sub>	1120,864	1120,864

2.2.3 Подбор сечений

Верхний пояс

а) Для стержней 2,3,10,11 N<sub>max</sub> = -1507,85 (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при φ = 0,805, γ<sub>c</sub> = 0,95, R<sub>y</sub> = 24 кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{тр} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1507,85}{0,805 \cdot 0,95 \cdot 24} = 82,15 (\text{см}^2) \quad (2.22)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 160x18, A = 54,8\*2 = 109,6 (см<sup>2</sup>),  
i<sub>x</sub> = 4,87 см, i<sub>y</sub> = 7,22 см.

Гибкость элемента:

$$\Lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4,87} = 61,6 < \lambda_{пред} = 120, \varphi = 0,82 \quad (2.23)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{7,22} = 41,55 < \lambda_{пред} = 120 \quad (2.24)$$

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{1507,85}{0,805 \cdot 109,6 \cdot 0,82} = 16,78 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН/см}^2) \quad (2.25)$$

б) Для стержней 4,5,8,9  $N_{\max} = -2405,6$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,805$ ,  $\gamma_c = 0,95$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{тр} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{2405,6}{0,805 \cdot 0,95 \cdot 24} = 131,07 (\text{см}^2) \quad (2.26)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 200х20,  $A = 76,5 \cdot 2 = 153 (\text{см}^2)$ ,  $i_x = 6,12$  см,  $i_y = 8,86$  см.

Гибкость элемента:

$$\Lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{6,12} = 49,18 < \lambda_{пред} = 120, \varphi = 0,843 \quad (2.27)$$

$$\Lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{8,86} = 33,86 < \lambda_{пред} = 120 \quad (2.28)$$

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{2405,6}{0,805 \cdot 153 \cdot 0,843} = 18,65 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН/см}^2) \quad (2.29)$$

в) Для стержней 6,7  $N_{\max} = -2612,305$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,805$ ,  $\gamma_c = 0,95$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{тр} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{2612,305}{0,805 \cdot 0,95 \cdot 24} = 142,33 (\text{см}^2) \quad (2.30)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 200х20,  $A = 76,5 \cdot 2 = 153 (\text{см}^2)$ ,  $i_x = 6,12$  см,  $i_y = 8,86$  см. Гибкость элемента:

$$\Lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{6,12} = 49,18 < \lambda_{пред} = 120, \varphi = 0,843 \quad (2.31)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{300}{8,86} = 33,86 < \lambda_{пред} = 120 \quad (2.32)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{2612,305}{153 \cdot 0,843} = 20,25 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.33)$$

Нижний пояс

а) Для стержней 13,18  $N_{\max}=825,752$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\gamma_c=0,95$ ,  $R_y=24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{825,752}{0,95 \cdot 24} = 36,22 (\text{см}^2) \quad (2.34)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 125x10,  $A=28,9 \cdot 2=57,8 (\text{см}^2)$ ,  
 $i_x=3,82$  см,  $i_y=5,7$  см.

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{A} = \frac{825,752}{57,8} = 14,29 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.35)$$

б) Для стержней 14,17  $N_{\max}=2046,285$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\gamma_c=0,95$ ,  $R_y=24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{2046,285}{0,95 \cdot 24} = 89,75 (\text{см}^2) \quad (2.36)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 200x20,  $A=76,5 \cdot 2=153 (\text{см}^2)$ ,  
 $i_x=6,12$  см,  $i_y=8,86$  см.

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{A} = \frac{2046,285}{153} = 13,37 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.37)$$

в) Для 15,16 стержня  $N_{\max}=2612,305$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\gamma_c=0,95$ ,  $R_y=24$  кН/см<sup>2</sup>

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{2612,305}{0,95 \cdot 24} = 114,57 (\text{см}^2) \quad (2.38)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 200x20,  $A=76,5 \cdot 2=153 (\text{см}^2)$ ,  
 $i_x=6,12$  см,  $i_y=8,86$  см.

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{A} = \frac{2612,305}{153} = 17,07 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.39)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Раскосы

а) Для 19,30 стержней  $N_{\max} = -1197,341$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,542$ ,  $\gamma_c = 0,95$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1197,341}{0,542 \cdot 0,95 \cdot 24} = 96,89 (\text{см}^2) \quad (2.40)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 160x18,  $A = 54,8 \cdot 2 = 109,6$  (см<sup>2</sup>),  
 $i_x = 4,87$  см,  $i_y = 7,22$  см,  $l_x = \sqrt{2,8^2 + 3,15^2} = 4,21$  м,  $l_y = 2l_x = 8,42$  м

Гибкость элемента:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{421}{4,87} = 86,45 < \lambda_{\text{пред}} = 120, \varphi = 0,574 \quad (2.41)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{842}{7,22} = 116,62 < \lambda_{\text{пред}} = 120 \quad (2.42)$$

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{1197,341}{0,574 \cdot 109,6} = 19,03 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.43)$$

б) Для 20,29 стержней  $N_{\max} = -989,039$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\gamma_c = 0,95$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{989,039}{0,95 \cdot 24} = 43,38 (\text{см}^2) \quad (2.44)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 125x14,  $A = 33,4 \cdot 2 = 66,8$  (см<sup>2</sup>),  
 $i_x = 3,8$  см,  $i_y = 5,75$  см.

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{A} = \frac{989,039}{66,8} = 14,81 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.45)$$

в) Для 21,28 стержней  $N_{\max} = -780,736$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,542$ ,  $\gamma_c = 0,8$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{780,736}{0,542 \cdot 0,95 \cdot 24} = 63,18 (\text{см}^2) \quad (2.46)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 160x18,  $A = 54,8 \cdot 2 = 109,6$  (см<sup>2</sup>),  
 $i_x = 4,87$  см,  $i_y = 7,22$  см,  $l_y = \sqrt{3^2 + 3,15^2} = 4,35$  м,  $l_x = 0,8l_y = 3,48$  м.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Гибкость элемента:

$$\Lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{348}{4,87} = 71,45 < \lambda_{пред} = 120, \varphi = 0,655 \quad (2.47)$$

$$\Lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{435}{7,22} = 60,24 < \lambda_{пред} = 120 \quad (2.48)$$

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{780,736}{0,655 \cdot 109,6} = 10,88 < R_y \cdot \gamma_c = 19,2 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.49)$$

г) Для 22,27 стержней  $N_{\max} = 549,633$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\gamma_c = 0,95$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{тр} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{549,633}{0,95 \cdot 24} = 24,11 (\text{см}^2) \quad (2.50)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 125x10,  $A = 28,9 \cdot 2 = 57,8$  (см<sup>2</sup>),  
 $i_x = 3,82$  см,  $i_y = 5,7$  см.

Проверка:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{549,633}{57,8} = 9,51 < R_y \cdot \gamma_c = 22,8 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.51)$$

д) Для 23,26 стержней  $N_{\max} = -299,722$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,542$ ,  $\gamma_c = 0,8$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{тр} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{299,722}{0,542 \cdot 0,95 \cdot 24} = 24,25 (\text{см}^2) \quad (2.52)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 125x10,  $A = 28,9 \cdot 2 = 57,8$  (см<sup>2</sup>),  
 $i_x = 3,82$  см,  $i_y = 5,7$  см,  $l_y = \sqrt{3^2 + 3,15^2} = 4,35$  м,  $l_x = 0,8 l_y = 3,48$  м.

Гибкость элемента:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{348}{3,82} = 91,1 < \lambda_{пред} = 120, \varphi = 0,513 \quad (2.53)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{435}{5,7} = 76,32 < \lambda_{пред} = 120 \quad (2.54)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31



Проверка:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{299,722}{0,513 \cdot 57,8} = 10,11 < R_y \cdot \gamma_c = 19,2 (\text{кН/см}^2) \quad (2.55)$$

Стойки

а) Для 31,37 стержней  $N_{\max} = -26,33$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,542$ ,  $\gamma_c = 0,8$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{26,33}{0,542 \cdot 0,95 \cdot 24} = 2,13 (\text{см}^2) \quad (2.56)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 125x10,  $A = 28,9 \cdot 2 = 57,8$  (см<sup>2</sup>),  $i_x = 3,82$  см,  $i_y = 5,7$  см,  $l_y = 3,15$  м,  $l_x = 0,8 l_y = 2,52$  м.

Гибкость элемента:

$$\Lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{252}{3,82} = 66 < \lambda_{\text{пред}} = 150, \varphi = 0,456 \quad (2.57)$$

$$\Lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{315}{5,7} = 55 < \lambda_{\text{пред}} = 120 \quad (2.58)$$

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{26,33}{0,456 \cdot 57,8} = 1 < R_y \cdot \gamma_c = 19,2 (\text{кН/см}^2) \quad (2.59)$$

б) Для 32,36 стержней  $N_{\max} = -155,64$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,542$ ,  $\gamma_c = 0,8$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>.

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{155,64}{0,542 \cdot 0,95 \cdot 24} = 12,59 (\text{см}^2) \quad (2.60)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 125x10,  $A = 28,9 \cdot 2 = 57,8$  (см<sup>2</sup>),  $i_x = 3,82$  см,  $i_y = 5,7$  см,  $l_y = 3,15$  м,  $l_x = 0,8 l_y = 2,52$  м.

Гибкость элемента:

$$\Lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{252}{3,82} = 66 < \lambda_{\text{пред}} = 150, \varphi = 0,456 \quad (2.61)$$

$$\Lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{315}{5,7} = 55 < \lambda_{\text{пред}} = 120 \quad (2.62)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Проверка:

$$\Sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{155,64}{0,456 \cdot 57,8} = 5,91 < R_y \cdot \gamma_c = 19,2 (\text{кН/см}^2) \quad (2.63)$$

в) Для 33,35 сечений  $N_{\max} = -191,26$  (кН).

Требуемая площадь сечения уголка при  $\varphi = 0,542$ ,  $\gamma_c = 0,8$ ,  $R_y = 24$  кН/см<sup>2</sup>

Таблица 2.5 – Элементы фермы

Элемент	Усилие	Сечение	$I_x/I_y$	$i_x/i_y$	$\lambda_x/\lambda_y$	$[\lambda]$	$\varphi_{\min}$	Проверка
В – 1	0,0	┘┘160×18	-	4,87/7,22	-	-	-	-
В – 2	-1507,85	┘┘160×18	300/300	4,87/7,22	61,6/41,55	120	0,82	167,8 < 228
В – 3	-1507,85	┘┘160×18	300/300	4,87/7,22	61,6/41,55	120	0,82	167,8 < 228
В – 4	-2405,6	┘┘200×20	300/300	4,94/7,02	49,18/33,86	120	0,843	186,5 < 228
В – 5	-2405,6	┘┘200×20	300/300	4,94/7,02	49,18/33,86	120	0,843	186,5 < 228
В – 6	-2612,305	┘┘200×20	300/300	4,94/7,02	49,18/33,86	120	0,843	202,5 < 228
В – 7	-2612,305	┘┘200×20	300/300	4,94/7,02	49,18/33,86	120	0,843	202,5 < 228
В – 8	-2405,6	┘┘200×20	300/300	4,94/7,02	49,18/33,86	120	0,843	186,5 < 228
В - 9	-2405,6	┘┘200×20	300/300	4,94/7,02	49,18/33,86	120	0,843	186,5 < 228
В - 10	-1507,85	┘┘160×18	300/300	4,87/7,22	61,6/41,55	120	0,82	167,8 < 228
В - 11	-1507,85	┘┘160×18	300/300	4,87/7,22	61,6/41,55	120	0,82	167,8 < 228
В - 12	0,0	┘┘160×18	-	4,87/7,22	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2.5

Элемент	Усилие	Сечение	$I_x / I_y$	$i_x / i_y$	$\lambda_x / \lambda_y$	$[\lambda]$	$\varphi_{\min}$	Проверка
Н – 13	825,752	┘ 125×10	600/600	3,82/5,7	157,07/105,26	250	-	142,9<28
Н – 14	2046,285	┘ 160×18	600/600	4,87/7,22	98,04/67,72	250	-	133,7<28
Н – 15	2612,305	┘ 160×18	600/600	4,87/7,22	98,04/67,72	250	-	170,7<28
Н – 16	2612,305	┘ 160×18	600/600	4,87/7,22	98,04/67,72	250	-	170,7<28
Н – 17	2046,285	┘ 160×18	600/600	4,87/7,22	98,04/67,72	250	-	133,7<28
Н – 18	825,752	┘ 125×10	600/600	3,82/5,7	157,07/105,26	250	-	142,9<28
Р – 19	- 1197,341	┘ 160×18	348/435	4,87/7,22	71,45/60,24	120	0,574	190,3<28
Р – 20	989,039	┘ 125×14	348/435	3,8/5,75	91,58/75,65	250	-	148,1<28
Р – 21	-780,736	┘ 160×18	348/435	4,87/7,22	71,45/60,24	120	0,655	108,8<192
Р – 22	549,633	┘ 125×10	348/435	3,82/5,7	91,1/76,32	250	-	95,1<228
Р – 23	-299,722	┘ 125×10	348/435	3,82/5,7	91,1/76,32	250	-	101,1<192
Р – 24	0	┘ 125×10	-	3,82/5,7	-	-	-	-
Р – 25	0	┘ 125×10	-	3,82/5,7	-	-	-	-
Р – 26	-299,722	┘ 125×10	348/435	3,82/5,7	91,1/76,32	250	-	101,1<192
Р – 27	549,633	┘ 125×10	348/435	3,82/5,7	91,1/76,32	250	-	95,1<228
Р – 28	-780,736	┘ 160×18	348/435	4,87/7,22	71,45/60,24	120	0,655	108,8<192

Окончание таблицы 2.5

Элемент	Усилие	Сечение	$l_x / l_y$	$i_x / i_y$	$\lambda_x / \lambda_y$	$[\lambda]$	$\varphi_{\min}$	Про верк а
P – 29	989,039	┘ 125×14	348/435	3,8/5,75	91,58/75,65	250	-	148, 1<2 28
P – 30	- 1197,341	┘ 160×18	348/435	4,87/7,22	71,45/60,24	120	0,574	190, 3<2 28
C – 31	-26,33	┘ 125×10	252/315	3,82/5,7	66/55	150	0,456	10< 192
C – 32	-155,64	┘ 125×10	252/315	3,82/5,7	66/55	150	0,456	59,1 <19 2
C – 33	-191,26	┘ 125×10	252/315	3,82/5,7	66/55	150	0,456	72,6 <19 2
C – 34	0,0	┘ 125×10	-	3,82/5,7	-	-	-	-
C – 35	-191,26	┘ 125×10	252/315	3,82/5,7	66/55	150	0,456	72,6 <19 2
C – 36	-155,64	┘ 125×10	252/315	3,82/5,7	66/55	150	0,456	59,1 <19 2
C – 37	-26,33	┘ 125×10	252/315	3,82/5,7	66/55	150	0,456	10< 192

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{191,26}{0,542 \cdot 0,95 \cdot 24} = 15,48 (\text{см}^2) \quad (2.64)$$

Из сортамента находим равнополочные уголки 125x10,  $A=28,9 \cdot 2=57,8$  (см<sup>2</sup>),  
 $i_x=3,82$ см,  $i_y=5,7$ см,  $l_y=3,15$ м,  $l_x=0,8l_x=2,52$ м.

Гибкость элемента:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{252}{3,82} = 66 < \lambda_{\text{пред}} = 150, \varphi = 0,456 \quad (2.65)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{315}{5,7} = 55 < \lambda_{\text{пред}} = 120 \quad (2.66)$$

Проверка:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{191,26}{0,456 \cdot 57,8} = 7,26 < R_y \cdot \gamma_c = 19,2 (\text{кН} / \text{см}^2) \quad (2.67)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35



принимаем  $l_p = 9,38 + 1,62 = 11$  (см).

2. Рассчитаем прикрепление стойки 31, расчетное усилие  $N_{26} = 26,33$  (кН), сечение из двух уголков 125x10, сварка ручная:  $\beta_f = 0,7$ ,  $\beta_z = 1$ ,  $\gamma_f = \gamma_z = 1$ .

Принимаем толщину шва у обушка  $k_{f,b} = 8$  мм, у пера  $k_{f,p} = 6$  мм.

Вычисляем длины швов:

Обушок

$$l_b = kN / 2(\beta k_f) R_f \gamma_f \gamma_c = 0,7 \cdot 26,33 / (2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 0,96 \text{ (см)}$$

принимаем (с учетом добавления 1-2 см на непровар по концам шва)  
 $l_b = 0,69 + 1,31 = 2$  (см).

Перо

$$l_p = (1-k)N / 2(\beta k_f) R_f \gamma_f \gamma_c = 0,3 \cdot 26,33 / (2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 0,55 \text{ (см)}$$

принимаем  $l_p = 0,55 + 1,45 = 2$  (см).

3. Рассчитаем прикрепление нижнего пояса 13, расчетное усилие  $N_2 = 825,75$  (кН), сечение из двух уголков 125x10, сварка ручная:  $\beta_f = 0,7$ ,  $\beta_z = 1$ ,  $\gamma_f = \gamma_z = 1$ . Принимаем толщину шва у обушка  $k_{f,b} = 16$  мм, а у пера  $k_{f,p} = 14$  мм.

Вычисляем длины швов:

Обушок

$$l_b = kN / 2(\beta k_f) R_f \gamma_f \gamma_c = 0,7 \cdot 825,75 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1,6 \cdot 180,95) = 15,09 \text{ (см)}$$

принимаем (с учетом добавления 1-2 см на непровар по концам шва)  
 $l_b = 15,09 + 1,91 = 17$  (см).

Перо

$$l_p = (1-k)N / 2(\beta k_f) R_f \gamma_f \gamma_c = 0,3 \cdot 825,75 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 18 \cdot 0,95) = 7,39 \text{ (см)}$$

принимаем  $l_p = 7,39 + 1,61 = 9$  (см).

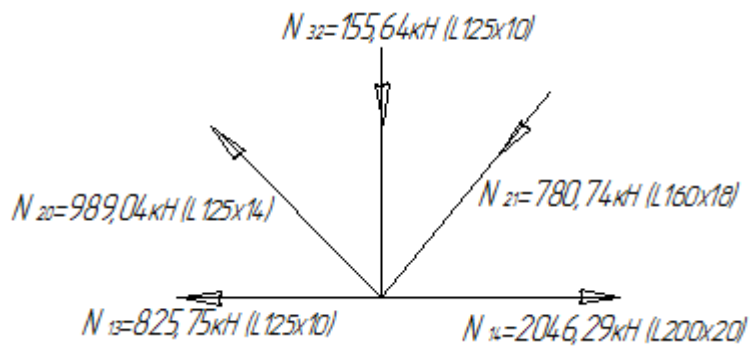


Рисунок 2.11 – Узел Б

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

080301.2018.599.ПЗ

1. Рассчитаем прикрепление раскоса 20, расчетное усилие  $N_{20}=989,04(\text{кН})$ , сечение из двух уголков 125x14, сварка ручная:  $\beta_f=0,7$ ,  $\beta_z=1$ ,  $\gamma_f=\gamma_z=1$ .

принимаем толщину шва у обушка  $k_{f,b}=16\text{мм}$ , а у пера  $k_{f,p}=14\text{мм}$ .

Вычисляем длины швов:

Обушок

$$l_b = kN/2(\beta k_f)R_f\gamma_f\gamma_c = 0,7 \cdot 989,04 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 18,07 \text{ (см)}$$

Принимаем (с учетом добавления 1-2 см на непровар по концам шва)

$$l_b = 18,07 + 1,93 = 20 \text{ (см)}$$

Перо

$$l_p = (1-k)N/2(\beta k_f)R_f\gamma_f\gamma_c = 0,3 \cdot 989,04 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 8,85 \text{ (см)}$$

принимаем  $l_p = 8,85 + 1,15 = 10 \text{ (см)}$ .

2. Рассчитаем прикрепление раскоса 21, расчетное усилие  $N_{21} = 780,74(\text{кН})$ , сечение из двух уголков 160x18, сварка ручная:  $\beta_f=0,7$ ,  $\beta_z=1$ ,  $\gamma_f=\gamma_z=1$ .

принимаем толщину шва у обушка  $k_{f,b}=16\text{мм}$ , а у пера  $k_{f,p}=14\text{мм}$ .

Вычисляем длины швов:

Обушок

$$l_b = kN/2(\beta k_f)R_f\gamma_f\gamma_c = 0,7 \cdot 780,74 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 14,27 \text{ (см)}$$

принимаем (с учетом добавления 1-2 см на непровар по концам шва)

$$l_b = 14,27 + 1,73 = 16 \text{ (см)}$$

перо

$$l_p = (1-k)N/2(\beta k_f)R_f\gamma_f\gamma_c = 0,3 \cdot 780,74 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 6,99 \text{ (см)}$$

принимаем  $l_p = 6,99 + 1,01 = 8 \text{ (см)}$ .

3. Рассчитаем крепление стойки 32, расчетное усилие  $N_{32}=155,64(\text{кН})$ , сечение из двух уголков 125x10, сварка ручная:  $\beta_f=0,7$ ,  $\beta_z=1$ ,  $\gamma_f=\gamma_z=1$ .

принимаем толщину шва у обушка  $k_{f,b}=8 \text{ мм}$ , а у пера  $k_{f,p}=6 \text{ мм}$ .

Вычисляем длины швов:

Обушок:

$$l_b = kN/2(\beta k_f)R_f\gamma_f\gamma_c = 0,7 \cdot 155,64 / (2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 5,69 \text{ (см)}$$

Принимаем (с учетом добавления 1-2 см на непровар по концам шва)

$$l_b = 5,69 + 1,31 = 7 \text{ (см)}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Перо:

$$l_p = (1-k)N / (2\beta k_f) R_f \gamma_f \gamma_c = 0,3 \cdot 155,64 / (2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 0,95) = 3,25 \text{ (см)}$$

принимаем (с учетом добавления 1-2 см на непровар по концам шва)  
 $l_p = 3,25 + 1,75 = 5 \text{ (см)}$ .

Длина фасонки  $l_w = 110 \text{ см}$ , принимаем 105 см. Определяем требуемую толщину сварных швов:

$$N = N_{14} - N_{13} = 2046,29 - 825,75 = 1220,54 \text{ (кН)} \quad (2.70)$$

$$k_f = \sqrt{\frac{N^2}{R_w \gamma_w \gamma_c}} / \Sigma \beta \cdot l_w = \sqrt{\frac{1220,54^2}{181 \cdot 0,95}} / (4 \cdot 0,7 \cdot 105) = 1,004 \text{ см} \quad (2.71)$$

принимаем у обушка  $k_b = 14 \text{ мм}$ , у пера  $k_p = 12 \text{ мм}$ .

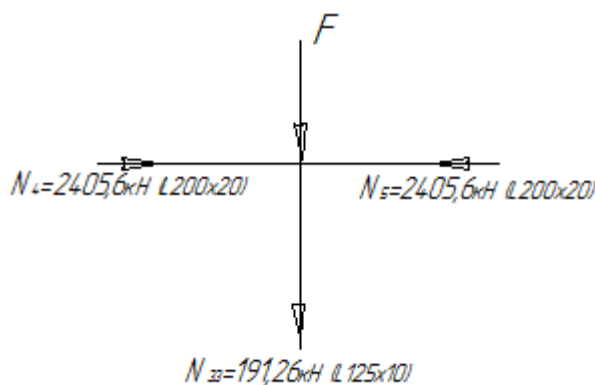


Рисунок 2.12 – Узел В

$$F = 135,48 + 45,49 = 180,97 \text{ (кН)}$$

Длина фасонки  $l_w = 30 \text{ см}$ , принимаем 26 см. Определяем требуемую толщину сварных швов:

$$N = N_4 - N_3 = 0 \text{ (кН)} \quad (2.72)$$

$$k_f = \sqrt{\frac{N^2 + F^2}{R_w \gamma_w \gamma_c}} / \Sigma \beta \cdot l_w = \sqrt{\frac{180,97^2}{181 \cdot 0,95}} / (4 \cdot 0,7 \cdot 26) = 0,6 \text{ см} \quad (2.73)$$

принимаем у обушка  $k_b = 12 \text{ мм}$ , у пера  $k_p = 10 \text{ мм}$ .

Аналогично рассчитываем остальные узлы.

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.6.

Расчет опорного узла фермы

Опорное давление:

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39



$$F_{\phi} = F_{ag} + F_{ap} = 643,98 + 287,04 = 931,02 \text{ (кН)} \quad (2.74)$$

$$A_{\phi} \geq \frac{F_{\phi}}{R_{cm}} = \frac{931,02}{33,6} = 27,71 \text{ см}^2 \quad (2.75)$$

где  $A_{\phi}$  – площадь фланца;

$F$  – опорная реакция фермы;

$R_{cm} = 336$  МПа – расчётное сопротивление стали смятию.

принимая по конструктивным соображениям фланец  $\delta = 2,5$  см,  $l = 11,08$  см

Таблица 2.6 – Результаты расчета

Узел фермы	№ стержня	Расчетное усилие, кН	Толщина шва, мм		Расчетная длина шва, см		Конструктивная длина шва, см	
			у обушка $k_b$	у пера $k_p$	у обушка	у пера	у обушка $l_b$	у пера $l_p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	Р-19	1197,341	20	16	17,5	9,38	19	11
	С-31	26,33	8	6	0,96	0,55	2	2
	Н-13	825,752	16	14	15,09	7,39	17	9
Б	Р-20	989,04	16	14	18,07	8,85	20	10
	Р-21	780,74	10	14	14,27	6,99	16	8
	С-32	155,64	8	6	5,69	3,25	7	5
	Н-13	825,75	14	12	10,35	4,67	12	6
	Н-14	2046,29	14	12	16,95	9,24	18	11
В	В - 4	2405,6	12	10	13,23	8,74	15	10
	В - 5	2405,6	12	10	13,23	8,74	15	10
	С - 33	191,26	12	10	7,36	4,81	9	6

### 2.3 Расчёт колонны

#### Исходные данные

Требуется подобрать сечение сплошной верхней и сквозной нижней частей колонны одноэтажного производственного здания (ригель имеет шарнирное сопряжение с колонной).

Расчетные усилия:

а) для крайней колонны

Для верхней части колонны:  $N = -254,5$  (кН);  $M = -43,5$  (кН\*м).

Для нижней части колонны:  $N_2 = -809,24$  (кН);  $M_2 = -858,2$  (кНм) (изгибающий момент догружает подкрановую ветвь);

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$N_1 = -674,4$  (кН);  $M_1 = 853,2$  (кНм) (изгибающий момент догружает наружную ветвь);  $Q_{\max} = 131,5$  кН.

б) для средней колонны

Для верхней части колонны:

$N = -996,3$  (кН);  $M = -177,38$  (кН\*м)

Для нижней части колонны:

$N_1 = -1528$  (кН);  $M_1 = -357$  (кН\*м) (изгибающий момент догружает подкрановую ветвь);

$N_2 = -1234$  (кН);  $M_2 = 298$  (кН\*м) (изгибающий момент догружает наружную ветвь);  $Q_{\max} = -100$  кН.

Соотношение жесткостей верхней и нижней частей колонны  $I_H/I_B = 7$ ;

Материал колонны – сталь класса Вст3кп2;

Бетон фундамента марки М150.

### 2.3.1 Определение расчетной длины колонны. Крайняя колонна

Расчетные длины верхней и нижней частей колонны определяются по формулам приведенным ниже.

$$l_{x1} = \mu_1 * l_1 \text{ и } l_{x2} = \mu_2 * l_2 \quad (2.76)$$

$$H_B/H_H = l_B/l_H = 3,8/13,1 = 0,29 \quad (2.77)$$

$$\beta = N_H/N_B = 254/472,5 = 0,54 \quad (2.78)$$

$$n = J_{B,H}/J_{H,B} = 1 * 13,1/7 * 3,8 = 0,36 \quad (2.79)$$

$$\alpha_1 = \frac{l_H}{l_B} \cdot \sqrt{\frac{I_H}{I_B \cdot \beta}} = \frac{7,4}{13,4} \cdot \sqrt{\frac{7}{0,98}} = 1,13 \quad (2.80)$$

В однопролетной раме с шарнирным сопряжения ригеля с колонной

$$\mu_1 = 1,6, \mu_2 = \mu_1/\alpha_1 = 1,6/1,13 = 1,42$$

Таким образом, расчетные длины участков колонны:

в плоскости действия момента

$l_{x1} = \mu_1 * l_1 = 1,6 * 13,1 = 21$  (м) – для нижней части колонны;

$l_{x2} = \mu_2 * l_2 = 1,42 * 3,8 = 5,4$  (м) – для верхней части колонны.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41



Включаем в расчетную площадь сечения колонны два крайних участка стенки шириной по  $a=0,85 \cdot t_{CT} \cdot \sqrt{E/R}=0,85 \cdot 1 \cdot \sqrt{2,06 \cdot 10^4/21,5} = 26,31$  см.

Требуемая площадь полки:

$$A_{mp}^{II} = (A_{mp} - 2 \cdot a \cdot t_{CT}) / 2 = \frac{67,86 - 2 \cdot 26,31 \cdot 1}{2} = 7,62 (\text{см}^2) \quad (2.81)$$

Из условия устойчивости верхней части колонны из плоскости действия момента ширина полки:

$$b_n \geq l_{y2} / 20 \quad b_n \geq 590 / 20 = 29,5 \text{ (см)}$$

Из условия местной устойчивости полки по формуле

$$b_{CB} / t_n \leq (0,36 + 0,1 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R}} = (0,36 + 0,1 \cdot 0,81) \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{21,5}} = 13,65,$$

где  $b_{CB} = (b_n - t_{CT}) / 2$

Принимаем  $b_n = 38$  см,  $t_n = 1,8$  см,

$$A_{II} = 38 \cdot 1,8 = 68,4 \text{ см}^2 > A_{mp}^{II}$$

$$b_{CB} / t_n = (38 - 1) / 2 \cdot 1,8 = 10,28 < 13,65$$

### 2.3.2 Геометрические характеристики сечения

Полная площадь сечения

$$A_0 = 2 \cdot b_n \cdot t_n + h_{CT} \cdot t_{CT}$$

$$A_0 = 2 \cdot 38 \cdot 1,8 + 96,4 \cdot 1 = 233,2 \text{ (см}^2\text{)}$$

Расчетная площадь сечения с учетом только устойчивой части стенки:

$$A = 2 \cdot b_n \cdot t_n + 2 \cdot a \cdot t_{CT}$$

$$A = 2 \cdot 38 \cdot 1,8 + 2 \cdot 1 \cdot 26,31 = 178,9 \text{ (см}^2\text{)}$$

Момент инерции относительно оси x:

$$J_x = \frac{h_{cm}^3 \cdot t_{cm}}{12} + 2 \cdot b_n \cdot t_n \cdot \left( \frac{h - t_n}{2} \right)^2$$

$$J_x = 1 \cdot 96,4^3 / 12 + 2 \cdot 38 \cdot 1,8 \cdot [(100 - 1,8) / 2]^2 = 404452,26 \text{ (см}^4\text{)};$$

Момент инерции относительно оси y:

$$J_y = \frac{2 \cdot b_n^3 \cdot t_n}{12} = \frac{2 \cdot 38^3 \cdot 1,8}{12} = 16461,6 \text{ см}^4$$

Момент сопротивления:

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$W_x = J_x / y_{\max} = 404452,26 / 50 = 8089,05 \text{ (см}^3\text{)}$$

Полярный момент инерции:

$$\rho_x = W_x / A_0 = 8089,05 / 233,2 = 34,67 \text{ (см)}$$

Радиус инерции относительно x:

$$i_x = \sqrt{J_x / A_0} = \sqrt{404452,26 / 233,2} = 41,65 \text{ (см)}$$

Радиус инерции относительно y:

$$i_y = \sqrt{J_y / A_0} = \sqrt{16461,6 / 233,2} = 8,4 \text{ (см)}$$

### 2.3.3 Проверка устойчивости верхней части колонны

в плоскости действия момента

$$\lambda_x = l_x / i_x = 1051 / 41,65 = 25,23$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_x \sqrt{\frac{R}{E}} = \sqrt{\frac{21,5}{2,06 \cdot 10^4}} \cdot 25,23 = 0,81$$

Относительный эксцентриситет:

$$m_x = e_x / \rho_x = M / (N \cdot \rho_x) = 79196 / 923,5 \cdot 34,67 = 2,47$$

$$A_{\Pi} / A_{CT} = 1,8 \cdot 2 \cdot 38 / 1 \cdot 96,4 = 1,42 > 1$$

Значение коэффициента влияния формы сечения  $\eta$  при  $A_{\Pi} / A_{CT} < 1$ ,  $0,1 < m < 5$  и  $\bar{\lambda} < 5$ ,  $\eta = 1,3$

$$\text{Приведенный эксцентриситет } m_{1x} = \eta \cdot m_x = 1,3 \cdot 2,47 = 3,21$$

Коэффициент для проверки устойчивости внецентренно - сжатых стержней

$\varphi_{BH} = 0,332$ , условие выполняется.

$$\sigma = \frac{923,5}{0,246 \cdot 178,9} = 20,98 < 21,5$$

$$\text{Недонапряжение: } \frac{21,5 - 20,98}{21,5} \cdot 100\% = 2,4\% < 10\%$$

2.3.4 Проверка устойчивости верхней части колонны из плоскости действия момента

$$\lambda_y = l_y / i_y = 590 / 8,4 = 70,24 \Rightarrow \varphi_y = 0,75$$

Для определения  $m_x$  найдем максимальный момент в средней трети расчетной длины стержня.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_x^{1/3} = (572,97 * 5,9 * 2/3) / 4 = 563,42 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad (2.69)$$

$$M_x < M_{\max} / 2 = 791,96 / 2 = 395,98 \text{ (кН}\cdot\text{м)} \quad (2.70)$$

$$m_x = (M_x * A_0) / (N * W_x) = (39598 * 233,2) / (923,5 * 8089,05) = 1,24 > 1 \quad (2.71)$$

При  $m_x > 1$  и

$$\lambda_y = 70,24 < \lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{R}} = 3,14 \cdot \sqrt{2,06 * 10^4 / 21,5} = 97,2 \quad (2.72)$$

коэффициент  $c$  определяется по формуле:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot m_x} = \frac{1}{1 + 0,7 \cdot 1,24} = 0,535 \quad (2.73)$$

где  $\beta=1$ ;  $\alpha=0,7$  – коэффициенты определяются из учебника под редакцией Беленя приложение 11

$c$  – коэффициент, учитывающий влияние момента  $m_x$  при изгибно-крутильной форме потери устойчивости.

$$\text{Поскольку } h_{ct} / t_{ct} = 96,4 / 1 = 96,4 > 3,8 \cdot \sqrt{E/R} = 3,8 \cdot \sqrt{2,06 * 10^4 / 21,5} = 117,61 \quad (2.74)$$

(условие местной устойчивости обеспечено), в расчетное сечение включаем полное сечение стенки.

$$\sigma = N / (c \cdot A) = 923,5 / (0,535 * 0,75 * 178,9) = 12,87 \text{ кН/см}^2 < R = 21,5 \text{ кН/см}^2 \quad (2.75)$$

Т.к. нет ослабления сечения и  $m < 20$  проверка прочности не требуется.

### 2.3.5 Подбор сечения нижней части колонны

Расчетные усилия для нижней части колонны:

$N_2 = -809,24$  (кН);  $M_2 = -858,2$  (кНм) (изгибающий момент догружает подкрановую ветвь);

$N_1 = -674,4$  (кН);  $M_1 = 853,2$  (кНм) (изгибающий момент догружает наружную ветвь);  $Q_{\max} = 131,5$  кН.

Сечение нижней части колонны сквозное, состоящее из двух ветвей, соединенных решеткой. Высота сечения  $h_n = 1250$  мм. Подкрановую ветвь колонны принимаем из двутавра, наружную – из составного швеллера. Определим ориентировочное положение центра тяжести.

Принимаем  $z_0 = 5$  см;  $h_0 = 1250 - 5 = 120$  (см).

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$y_1 = \frac{|M_2|}{|M_1| + |M_2|} \cdot h_0 = \frac{85320}{85320 + 85820} \cdot 120 = 60 \text{ см} \quad (2.76)$$

$$y_2 = h_0 - y_1 = 120 - 60 = 60 \text{ (см)} \quad (2.77)$$

Определим продольные усилия в каждой ветви колонны по формуле:

$$N_{B1} = N_1 \cdot (y_2/h_0) + M_1/h_0 \quad (2.78)$$

$$N_{B2} = N_2 \cdot (y_1/h_0) + M_2/h_0, \quad (2.79)$$

где  $N, M$  – расчетные продольная сила и изгибающий момент;

$y_1, y_2$  – расстояние от центра тяжести сечения колонны до центра тяжести соответствующих ветвей;

$h_0 = y_1 + y_2$  – расстояние между центрами тяжести ветвей колонн.

Усилия:

в подкрановой ветви:  $N_{B1} = 809,24 \cdot 60/120 + 85820/120 = 1144$  (кН)

в наружной ветви:  $N_{B2} = 674,84 \cdot 60/120 + 85320/120 = 980$  (кН)

Определим требуемую площадь ветвей и назначим сечение по формуле:

$$A = N_B / \varphi \cdot R \cdot \gamma,$$

где  $\varphi$  – коэффициент, зависящий от гибкости.

Для подкрановой ветви задаемся  $\varphi = 0,8$ ,  $R = 22,5$  кН/см<sup>2</sup> (сталь Вст3 кп2 фасонный прокат):

$$A_{B1} = 1144 / 0,8 \cdot 22,5 = 64 \text{ (см}^2\text{)}$$

По сортаменту подбираем двутавр 45 Б1;  $A_{B1} = 74,6$  см<sup>2</sup>,  $i_{x1} = 3,79$  см  
 $i_{y1} = 18,2$  см.

Для наружной ветви

$$A_{B2} = N_{B2} / \varphi \cdot R \cdot \gamma = 980 / 0,8 \cdot 21,5 = 57 \text{ (см}^2\text{)} \quad (2.80)$$

( $R = 21,5$  кН/см<sup>2</sup> – листовой прокат из стали Вст3кп2).

$A = A_{B2} - t_{CT} \cdot h_{CT} / 2$ , принимаем  $t_{CT} = t$  полки с верхней части колонны, т.е. 1

$$A = (57 - 46 \cdot 1) / 2 = 5,5 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$b_n / t_n < (0,38 + 0,08 \bar{\lambda}) \sqrt{E/R} < 15 \quad (2.81)$$

$b_n = 6$  см;  $t_n = 1$  An = 6(см<sup>2</sup>)

$$A_{B2} = h_{CT} \cdot t_{CT} + 2A_n \quad (2.81)$$

$$A_{B2} = 1 \cdot 46 + 2 \cdot 6 = 58 \text{ (см}^2\text{)}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$\text{Т.к. } z_0 = (t_{CT} \cdot h_{CT} \cdot t_{CT} / 2 + A_n \cdot 2 \cdot (bn/2 + t_{CT})) / A_{B2} \quad (2.83)$$

$$z_0 = (1 \cdot 46 \cdot 0,5 + 6 \cdot 2 \cdot 4) / 58 = 1,2 \text{ см}$$

$$J_x = h_{CT} \cdot t_{CT} \cdot (z_0 - t_{CT} / 2)^2 + 2 \cdot t_n \cdot bn^3 / 12 + A_n \cdot 2 \cdot a^2 \quad (2.84)$$

$$a = t_{CT} + bn - z_0 - bn/2 = 1 + 6 - 1,2 - 6/2 = 2,8 \quad (2.85)$$

$$J_x = 1 \cdot 46 \cdot 4,3^2 + 2 \cdot 1 \cdot 6^3 / 12 + 6 \cdot 2 \cdot 2,8^2 = 981 (\text{см}^4)$$

$$J_y = t_{CT} \cdot h_{CT}^3 / 12 + A_n \cdot 2 \cdot c^2; \quad c = b_n / 2 + t_{CT} = 6/2 + 1 = 4 \text{ см} \quad (2.86)$$

$$J_y = 1 \cdot 46^3 / 12 + 6 \cdot 2 \cdot 21,8^2 = 13814 (\text{см}^4)$$

$$i_x = \sqrt{J_x / A} = \sqrt{981 / 58} = 4,1 (\text{см}), \quad i_y = \sqrt{J_y / A} = \sqrt{13814 / 58} = 16 (\text{см}) \quad (2.87)$$

Уточняем положение центра тяжести сечения колонны:

$$y_1 = A_{B2} h_0 / (A_{B1} + A_{B2}) = 58 \cdot 118,8 / (74,6 + 58) = 52 (\text{см})$$

$$y_2 = 118,8 - 52 = 67 (\text{см})$$

Усилия:

в подкрановой ветви:

$$N_{B1} = 809,24 \cdot 67 / 120 + 85820 / 120 = 1194 (\text{кН})$$

в наружной ветви:

$$N_{B2} = 674,84 \cdot 52 / 120 + 85320 / 120 = 944 (\text{кН})$$

Проверка устойчивости ветвей из плоскости рамы (относительно осей у-у)

$$l_y = 1263 \text{ см.}$$

Подкрановая ветвь:

$$\lambda_y = l_{y1} / i_y = 1263 / 18,2 = 63; \quad \varphi_y = 0,8 \quad (2.88)$$

$$\sigma = N_{B1} / \varphi A = 1194 / (0,8 \cdot 74,6) = 20 \text{ кН/см}^2 < R = 22,5 \text{ кН/см}^2 \quad (2.89)$$

Наружная ветвь:

$$\lambda_y = l_{y1} / i_y = 1263 / 16 = 72; \quad \varphi_y = 0,77$$

$$\sigma = N_{B2} / \varphi A = 944 / (0,77 \cdot 58) = 21,1 \text{ кН/см}^2 < R = 21,5 \text{ кН/см}^2$$

Из условия равноустойчивости подкрановой ветви в плоскости и из плоскости рамы определим требуемое расстояние между узлами решетки:

$$\lambda_x = l_{x1} / i_{x1} = 63, \quad l_{x1} = 60 \cdot i_{x1} = 63 \cdot 3,79 = 238 (\text{см}). \text{ Принимаем } l_{x1} = 210 \text{ см.}$$

Проверка устойчивости ветвей в плоскости рамы (относительно осей x1-x1, x2-x2).

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



Для подкрановой ветви

$$\lambda_{x1}=210/3,79=55; \varphi_x = 0,83$$

$$\sigma = N_{B1}/\varphi_x A = 1194/0,83*74,6 = 19,3 \text{ кН/см}^2 < R = 22,5 \text{ кН/см}^2$$

Для наружной ветви

$$\lambda_{x2}=210/4,1=52; \varphi_x = 0,85$$

$$\sigma = N_{B2}/\varphi_x A = 944/0,85*58 = 19,2 \text{ кН/см}^2 < R = 21,5 \text{ кН/см}^2$$

### 2.3.6 Расчет решетки подкрановой части колонны

Поперечная сила в сечении колонны при сочетании нагрузок  $Q_{\max}=132\text{кН}$ .

Условная поперечная сила  $Q_{\text{усл}}=0,2A=0,2*(74,6+58)=27 \text{ кН} < Q_{\max}=170,32 \text{ кН}$ .

Расчет решетки проводим на  $Q_{\max}$ .

Усилие в раскосе найдем по формуле:

$$N_p = Q_{\max} / (2 \sin \alpha) = 132/2*0,77 = 86 \text{ (кН)} \quad (2.90)$$

$$\sin \alpha = h_n / l_p = 125 / \sqrt{125^2 + (210/2)^2} = 0,77 \quad , \quad (2.91)$$

где  $\alpha=50^\circ$  (угол наклона раскоса)

Задаем  $\lambda_p=100; \varphi = 0,56$

Требуемая площадь раскоса определяется

$$A_{p.\text{тр}} = N_p / (\varphi R \gamma) = 86 / (0,56*22,5*0,75) = 9,1, \quad (2.92)$$

где  $R=22,5 \text{ кН/см}^2$  (фасонный прокат из стали Вст3кп2);

$\gamma=0,75$  (сжатый уголок, прикрепленный одной полкой).

Принимаем  $\perp 80 \times 6$

$$A_p = 9,38 \text{ см}^2 \quad i_{\min} = 1,58; \quad l_p = h_n / \sin \alpha = 125 / 0,77 = 162 \text{ (см)} \quad (2.93)$$

$$\lambda_p = l_p / i_{\min} = 162 / 1,58 = 103 \quad , \quad \varphi = 0,58 \quad (2.94)$$

Напряжения в раскосе:

$$\Sigma = N_p / \varphi A_p = 86 / 0,58*9,38 = 15,8 \text{ кН/см}^2 < R = 16,9 \text{ кН/см}^2 \quad (2.95)$$

Проверка устойчивости колонны в плоскости действия момента как единого стержня

Геометрические характеристики всего сечения:

$$A = A_{B1} + A_{B2} = 74,6 + 58 = 133 \text{ (см}^2) \quad (2.96)$$

$$J_x = A_{B1} y_1^2 + A_{B2} y_2^2 = 74,6*52^2 + 58*67^2 = 462081 \text{ (см}^4) \quad (2.97)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$i_x = \sqrt{I_x / A} = \sqrt{462081 / 133} = 59 \text{ (см)} \quad \lambda_x = l_{x1} / i_x = 1832 / 59 = 31 \quad (2.98)$$

Приведенная гибкость:

$$\lambda_{пр} = \sqrt{\lambda_x^2 + \alpha_1 \cdot \frac{A}{A_{p1}}} = \sqrt{31^2 + 27 \cdot \frac{133}{2 \cdot 9,38}} = 34 \quad (2.99)$$

Коэффициент  $\alpha_1$  зависит от угла наклона раскосов. При  $\alpha = 45 \dots 60^\circ$  можно принять  $\alpha_1 = 27$ ,  $A_{p1} = 2A_p = 2 \cdot 9,38$  – площадь сечения раскоса по двум граням сечения колонны;

$$\lambda_{пр} = \lambda_{np} \cdot \sqrt{\frac{R}{E}} = 34 \cdot \sqrt{\frac{21,5}{2,06 \cdot 10^4}} = 1 \quad (2.100)$$

$N_1 = -674,84$  (кН);  $M_1 = 853,2$  (кНм) (изгибающий момент догружает подкрановую ветвь);

$N_2 = -809,24$  (кН);  $M_2 = -858,2$  (кНм) (изгибающий момент догружает наружную ветвь);  $Q_{max} = 131,5$  кН.

Для комбинации усилий, догружающих наружную ветвь  $N_2 = -809,24$  (кН),  $M_2 = -858,2$  (кНм).

$$m = \frac{MA}{NJ_x} \cdot (y_2 + z_0) = \frac{85820 \cdot 133}{857 \cdot 462081} (67 + 1,2) = 1,96; \quad \varphi_{вн} = 0,328 \quad (2.101)$$

$$\sigma = N_2 / \varphi_{вн} A = 809,24 / 0,328 \cdot 133 = 19,6 \text{ кН/см}^2 < R = 21,5 \text{ кН/см}^2 \quad (2.102)$$

Для комбинации усилий, догружающих подкрановую ветвь  $N_1 = -538$  (кН),  $M_1 = 853,2$  (кНм).

$$m = \frac{MA}{NJ_x} \cdot y_1 = \frac{85320 \cdot 133}{538 \cdot 462081} 52 = 2,37; \quad \varphi_{вн} = 0,3 \quad (2.103)$$

$$\sigma = N_1 / \varphi_{вн} A = 674,84 / 0,3 \cdot 133 = 14 \text{ кН/см}^2 < R = 22,5 \text{ кН/см}^2 \quad (2.104)$$

Устойчивость сквозной колонны как единого стержня из плоскости действия момента проверять не нужно, так как она обеспечена проверкой устойчивости отдельных ветвей.

### 2.3.7 Расчет и конструирование узла сопряжения верхней и нижней частей колонны

Расчетные комбинации усилий в сечении над уступом:

$M = 431$  (кНм);  $N = 674,84$  (кН)

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M=-481,96 \text{ (кНм)}; N=-795,8 \text{ (кН)}$$

$$\text{Давление крана } D_{\max}=1544,28 \text{ кН}$$

Прочность стыкового шва (ш1) проверяем по нормальным напряжениям в крайних точках сечения надкрановой части. Площадь шва равна площади колонны.

1-я комбинация M и N:

наружная полка

$$\sigma=N/A_0+|M|/W=674,84/145+43100/4491=13,3 \text{ кН/см}^2 < R^{CB}=21,5 \text{ кН/см}^2$$

внутренняя полка

$$\sigma=N/A_0-|M|/W=674,84/145-43100/4491=-5,89 \text{ кН/см}^2 < R^{CB}=21,5 \text{ кН/см}^2$$

Рассчитываем по 2-ой комбинации.

наружная полка

$$\sigma=N/A_0-|M|/W=795,81/145-48196/4491=-5,7 \text{ кН/см}^2 < R^{CB}=21,5 \text{ кН/см}^2$$

внутренняя полка

$$\sigma=N/A_0+|M|/W=795,8/145+48196/4491=15,73 \text{ кН/см}^2 < R^{CB}=21,5 \text{ кН/см}^2$$

Толщину стенки траверсы определяем из условия смятия:

$$t \geq D_{\max}/l_{cm} R_{cmT} \gamma = 1544,28/34 * 35 = 1 \text{ (см)}$$

$$l_{cm} = b_{op} + 2 * t_{пл} = 30 + 2 * 2 = 34 \text{ см}$$

$$b_{op} = 30 \text{ см}; \text{ принимаем } t_{пл} = 2 \text{ см}; R_{cmT} = 350 \text{ МПа} = 35 \text{ кН/см}^2$$

Принимаем  $t_{тр} = 1,2 \text{ см}$

Усилие во внутренней полке верхней части колонны

$$N_{\Pi} = N/2 + M/h_b = 795,8/2 + 48196/100 = 845 \text{ (кН)}$$

Длина шва крепления вертикального ребра траверсы к стенке траверсы (ш2)

$$l_{ш2} = N_{\Pi} / 4 k_{ш} (\beta R_{yc}^{CB} \gamma_{yc}^{CB})_{\min} \gamma$$

Применяем полуавтоматическую сварку проволокой марки Св-08А,  
 $d = 1.4 \dots 2 \text{ мм}$ ,

$$\beta_{ш} R_{yш}^{CB} \gamma_{yш}^{CB} = 0,9 * 18 = 16,2 < \beta R_{yc}^{CB} \gamma_{yc}^{CB} = 1,05 * 16,5 = 17,3 \text{ кН/см}^2;$$

$$l_{ш2} = 845/4 * 0,6 * 16,2 = 21,7 \text{ (см)}$$

$$l_{ш2} < 85 k_{ш} \beta_{ш} = 85 * 0,9 * 0,6 = 46 \text{ (см)}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

В стенке подкрановой ветви делаем прорезь, в которую заводим стенку траверсы. Для расчета шва крепления траверсы к подкрановой ветви (ш3) составляем комбинацию усилий, дающую наибольшую опорную реакцию траверсы. Такой комбинацией будет сочетание 1,2,3,4(-),5\* N=-726,1(кН), M=-97,6 (кНм).

$$F=Nh_B/2h_H-M/h_H+D_{max}0,9=795,81*100/2*125+9760/125+1544,28*0,9=1397 \text{ (кН)}$$

Требуемая длина шва:

$$l_{ш3} = F/4k_{ш}(\beta R_y^{CB} \gamma_y^{CB})_{min} \gamma = 1397/4*0,6*16,2=36 \text{ (см)}.$$

Из условия прочности стенки подкрановой ветви в месте крепления траверсы определяем высоту траверсы  $h_{тр}$  по формуле:

$$h_{тр} \geq F/2t_{ст.в} R_{cp} \gamma = 1397/2*0,76*13=70,6 \text{ (см)}$$

где  $t_{ст.в}=7,6$  мм – толщина стенки двутавра 50Б2;

$R_{cp}$  – расчетное сопротивление срезу фасонного проката стали Вст3кп2.

Принимаем  $h_{тр}=71$  см

Проверим прочность траверсы как балки, нагруженной усилиями N, M и  $D_{max}$ . Нижний пояс траверсы принимаем конструктивно из листа 420x12 мм, верхние горизонтальные ребра – из двух листов 180x12 мм.

Геометрические характеристики траверсы

Положение центра тяжести сечения траверсы:

$$y_H = (2*18*1,2*55,4 + 1,2*69,8*35,6 + 1,2*42*0,6) / (2*18*1,2 + 68,8*1,2 + 1,2*42) = 30 \text{ см}$$

$$J_x = 1,2*68,8^3/12 + 68,8*1,2*5,6^2 + 1,2*42*29,4^2 + 2*18*1,2*24,4^2 = 104400 \text{ см}^4$$

$$W_{min} = J_x / y_B = 104400 / 41 = 2546 \text{ см}^3.$$

Максимальный изгибающий момент в траверсе:

$$M_{тр} = F_{тр1}(h_H - h_B) = (-M/h_H + Nh_B/2h_H)(h_H - h_B) = (48196/125 + 726,1*100/2*125)(125 - 100) = 16900 \text{ (кНсм)}, \quad (2.105)$$

$$\sigma_{тр} = M_{тр} / W_{min} = 16900 / 2546 = 6 \text{ кН/см}^2 < R = 21,58 \text{ кН/см}^2.$$

$$Q_{max} = Nh_B/2h_H - M/h_H + kD_{max}*0,9/2 \quad (2.106)$$

$$Q_{max} = 795,8*100/2*125 + 9760/125 + 1,2*1544,28*0,9/2 = 986 \text{ (кН)}$$

$$\tau_{тр} = Q_{max} / t_{тр} * h_{тр} = 986 / 1,2*69,8 = 11,7 \text{ кН/см}^2 < R_{cp} = 12,5 \text{ кН/см}^2$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

### 3 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

#### 3.1 Введение в раздел

Здание, подлежащее монтажу, представляет собой одноэтажное промышленное здание, состоящее из 6 пролетов, с пристройкой административно-бытового назначения.

Для этого необходимо произвести технологические расчеты, отрывки котлована, устройство оснований возведения фундамента, устройство отмостки, общая планировка приобъектной территории, подсчитать объемы работ, потребность в сборных железобетонных конструкциях, выбрать метод производства работ нулевого цикла и наземного цикла.

Рассчитать нормативные затраты времени работы машин, трудозатраты процессов и их стоимость. Подобрать основные механизмы, машины (экскаватор, автосамосвал, копровую установку, кран) и монтажные приспособления и грузозахватные устройства.

Также необходимо определить потребность в материальных, технических и трудовых ресурсах для монтажа, возводимого здания. На основании этого составить календарный план и калькуляцию трудовых затрат на комплекс работ нулевого цикла и надземной части. Основные технологические расчеты выполняются с использованием норм, содержащихся в сборниках ЕНиР, ГЭСН и СП.

В основу разработки дипломного проекта положены следующие основные принципы:

прогрессивная технология и передовые методы ведения строительных процессов;

- комплексная механизация с использованием современных механизмов;
- выполнение строительных процессов поточными методами;
- обоснование методов производства работ технико-экономическими расчетами, использование передовых методов;
- соблюдение правил охраны труда, техники безопасности и экологии при

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

проектировании технологической последовательности работ.

Перед началом работ завершены все подготовительные и вспомогательные работы.

### 3.2 Технология производства работ

В процессе освоения строительной площадки предварительно должна быть выполнена подготовка территории строительной площадки.

#### 3.2.1 Расчистка территории

При расчистке впервые осваиваемой территории стройплощадки, пересаживают зеленые насаждения, если их используют в дальнейшем, защищают их от повреждений, корчуют пни, очищают площадку от кустарника, сносят ненужные строения, снимают плодородный слой почвы. Зеленые насаждения, не подлежащие вырубке или пересадке, обносят общей оградой. Стволы отдельно стоящих деревьев, попадающих в зону работ, предохраняют от повреждений, покрывая отходами от пиломатериалов. Деревья и кустарники, пригодные для озеленения, должны быть выкопаны и пересажены в специально отведенную охранную зону.

Плодородный слой почвы, подлежащий снятию с застраиваемых площадей, срезают и перемещают в специально отведенные места, где складывают для последующего использования. При этом плодородный слой почвы следует предохранять от смешивания с нижележащим слоем, загрязнения, размыва и выветривания.

Стройплощадка ограждается и обозначается соответствующими знаками и надписями.

#### 3.2.2 Создание геодезической разбивочной основы

На стадии подготовки площадки к строительству создается геодезическая разбивочная основа для планового и высотного обоснования при выносе проекта здания на местность, а также геодезического обеспечения на всех стадиях строительства.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Геодезическую разбивочную основу для определения объекта строительства в плане создают в виде красной линии, поэтому на стройгенплане должны быть приведены какие-либо данные, определяющие положение будущего здания.

Высотное обоснование на стройплощадке обеспечивается высотными опорными пунктами - строительными реперами, в качестве которых используют опорные пункты красной линии. Высотная отметка каждого репера должна быть получена не менее чем от 2-х реперов государственной геодезической сети или сети местного назначения.

Перенос на местность основных осей здания производится от красной линии.

В состав работ нулевого цикла входят: отрывка котлованов под фундаменты, разбивка осей фундаментов в вырытых котлованах, устройство щебеночной подготовки, установка опалубки, закладка арматурных сеток и каркасов, бетонирование гидроизоляция фундаментов, обратная засыпка пазух и уплотнение и подготовка к монтажу наземной части.

В состав работ надземной части входят: монтаж металлического каркаса, устройство бетонных полов, монтаж сэндвич панелей наружных стен и перегородок, покрытия, устройство многослойной рулонной кровли.

### 3.3 Определение объемов грунта при разработке траншей и котлованов

а) Определение объемов земляных масс грунта для отдельно стоящего фундамента. Размеры сооружения на уровне низа фундамента принимаем больше на 0,5 м с каждой стороны. Это связано с тем, что необходимо учесть размеры конструкций фундамента и оставить пространство для монтажа конструкций. Размеры котлована на уровне плоскости планировки подсчитывают, учитывая допустимую крутизну откосов, которую определяют в зависимости от вида грунта. Для суглинка угол между направлением откоса и горизонталью равен  $\alpha = 63^\circ$ . Фундамент стаканного типа.

Фундаменты ФД-61-65 ставятся с шагом 6 метров, всего получается 30 шт;

$$V_k = \frac{H}{3} \cdot (F_n + F_g + \sqrt{F_n \cdot F_g}) \cdot n, \quad (3.1)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

где  $V_k$  – объем котлована;

$H$  – глубина котлована;

$A_1B$  – размеры сторон котлована по низу;

$A_1B_1$  – размеры сторон котлована по верху;

Определяются по формулам;

$$A_1 = A + 2H_m; \quad B_1 = B + 2H_m, \quad (3.2)$$

1 Под фундамент ФА 1-6:  $A = 2,5\text{м}$ .  $B = 2,5\text{м}$ .

$$A_1 = 2,5 + 2 \cdot 1 \cdot 0,5 = 3,5\text{м}.$$

$$B_1 = 2,5 + 2 \cdot 1 \cdot 0,5 = 3,5\text{м}.$$

$$V_k = \frac{1}{3} \cdot (6,25 + 12,25 + 8,75)16 = 145,33\text{м}^3$$

2 Под фундамент ФД61-65:

$$A = 5,2\text{м}. \quad B = 4\text{м}.$$

$$A_1 = 5,2 + 2 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 7,1\text{м}.$$

$$B_1 = 4 + 2 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 5,9\text{м}.$$

$$V_k = \frac{1,9}{3} \cdot (41,9 + 20,8 + 29,52)26 = 1518,56\text{м}^3$$

б) объем траншеи определяется по следующей схеме;

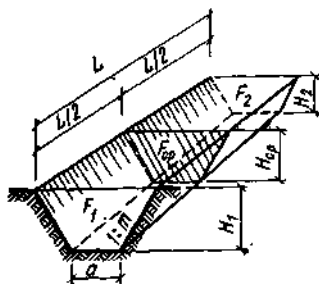


Рисунок 3.1 – Схема траншеи

Объем отдельных участков траншей определяются по формуле;

$$V_{1-2} = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot L_{1-2}, \quad (3.3)$$



где  $F_1; F_2$  – площадь поперечного сечения траншей в канале и в конце определяемого участка.

$L_{1-2}$  – длина участка.

$$F_1 = F_2 = \frac{A+B}{2} \cdot H = \frac{4+5,9}{2} \cdot 1,9 = 9,4 \text{ м}^2$$

$$V_1 = \frac{9,4+9,4}{2} \cdot 168 = 1579,2 \text{ м}^3$$

$$F_1 = F_2 = \frac{A+B}{2} \cdot H = \frac{4,3+5,3}{2} \cdot 1,6 = 7,68 \text{ м}^2$$

$$V_2 = \frac{7,68+7,68}{2} \cdot 144 = 1106 \text{ м}^3$$

Находим общий объем грунта;

$$V_{\text{общ}} = 1518,56 + 145,33 + 1106 + 1579,2 = 4349 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{гр на вывоз}} = 338 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{гр на вымет}} = 4349 - 338 = 4011 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{ручн.дор.}} = 0,0175 \cdot V_{\text{общ}} = 0,0175 \cdot 4349 = 76,12 \text{ м}^3;$$

3.4 Выбор комплектов машин для разработки грунта в траншеи и в котловане.

Разработка грунта в котловане осуществляется землеройными машинами, к которым относятся экскаваторы различных типов: одноковшовые (прямая и обратная лопата, драглайн, грейфер), многоковшовые (цепные, роторные) и фрезерные.

В промышленном и гражданском строительстве применяют одноковшовые экскаваторы с ковшом вместимостью от 0,15 до 2, реже до 4 м<sup>3</sup>.

Для выполнения земляных работ по отрывке траншей и котлованов при строительстве предприятия сравниваем два варианта экскаваторов: с прямой и обратной лопатами. Из них выбираем наиболее выгодный.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

### 3.4.1 Подбор экскаватора

Принимаем экскаватор с обратной лопатой Э-651, и экскаватор прямой лопатой КМ – 602.

#### 1. Вариант.

Экскаватор марки Э-651.

Емкость ковша = 0,65 м<sup>3</sup>

Средняя стоимость машины смены –  $C_{\text{маш/см}} = 28,78$  руб.

Инвентарно - рабочая стоимость  $C_{\text{ир}} = 18,15$  тыс. руб.

Норма времени с погрузкой в транспортное средство:

$$\frac{2,1}{2,23}, \text{ навЫМЕТ} \quad \frac{1,7}{-1,8};$$

Длина стрелы – 5,5 м.

Наибольший радиус копания – 7,8 м.

Радиус копания на уровне стоянки – 4,7 м.

Наибольшая высота копания – 7,1 м.

Наименьший радиус выгрузки – 7,1 м.

Наибольшая высота выгрузки – 4,5 м.

Масса экскаватора – 20,5 т. (ЕНиР стр38, таб. 1.)

Определяем стоимость разработки 1 м<sup>3</sup> грунта.

$$C = 1,08 \cdot C_{\text{маш-см}} / П_{\text{см-выр}}, \quad (3.4)$$

где  $П_{\text{см.выр.}}$  – сменная выработка экскаватора.

$$П_{\text{см-выр}} = V_{\text{эрк}} / \sum n_{\text{маш-см}}, \quad (3.5)$$

где  $V_{\text{эрк}}$  – объем экскаваторной разработки грунта в котловане, в траншеи (объем грунта) за вычетом объема недобора грунта;

$\sum n_{\text{маш см}}$  – суммарное число машин-смен экскаватора (трудоемкость) при работе навЫМЕТ и с погрузкой в транспортное средство;

$$\sum n_{\text{маш-см}} = H_{\text{ер}} \cdot V_{\text{ногр}} / 800 + H_{\text{ер}} \cdot V_{\text{навЫМЕТ}} / 800 \quad (3.6)$$

$$\sum n_{\text{маш-см}} = 338 \cdot 2,1 / 800 + 4011 \cdot 1,7 / 800 = 9,4 (\text{маш} \cdot \text{см})$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57



$$\sum n_{\text{маш-см}} = H_{\text{ер}} \cdot V_{\text{нозр}} / 800 + H_{\text{ер}} \cdot V_{\text{навымет}} / 800 \quad (3.11)$$

$$\sum n_{\text{маш-см}} = 338 \cdot 2,9 / 800 + 4349 \cdot 2,2 / 800 = 13,2 (\text{маш} \cdot \text{см}) \quad (3.12)$$

$$V_{\text{эрк}} = 4349 \text{ м}^3$$

$$П_{\text{см-выр}} = 4349 / 13,2 = 329,5 \text{ м}^3 / \text{маш} \cdot \text{см}$$

$$C = 1,08 \cdot 31,49 / 329,5 = 0,103 \text{ руб}$$

Рассчитываем капитальные вложения на разработку 1м<sup>3</sup> грунта.

$$K = 1,07 \cdot C_{\text{пр}} / (П_{\text{см-выр}} \cdot t_{\text{год}}) = 1,07 \cdot 17,58 / (329,5 \cdot 350) = 0,153 \text{ руб} / \text{м}^3 \quad (3.13)$$

Определим приведенные затраты на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта.

$$П = C + E \cdot K, \quad (3.14)$$

где  $E = 0,15$

$$П = 0,097 + 0,15 \cdot 0,153 = 0,12 \text{ руб}$$

В качестве окончательного варианта, выбираем первый вариант экскаватор Э-651 с емкостью ковша 0,65 м<sup>3</sup>, имеющий наименьшие приведенные затраты. Основные параметры указаны выше.

#### 3.4.2 Подбор техники для перевозки грунта

Для выбранного экскаватора в качестве комплектующих машин для вывоза лишнего грунта из котлована и траншей, и обеспечения совместной работы с экскаватором выбирают автосамосвалы.

Принимаем КамАЗ-5510, с грузоподъемностью 9 т.

Определим объем грунта в ковше экскаватора;

$$V_{\text{эр}} = V_{\text{ков}} \cdot K_{\text{кон}} / K_{\text{пр}}; \quad V_{\text{эр}} = 0,65 \cdot 1 / 1,2 = 0,54167 \text{ м}^3 \quad (3.15)$$

Определяем массу грунта в ковше экскаватора;

$$Q = V_{\text{эр}} \cdot \gamma \quad (3.16)$$

$$Q = 0,54 \cdot 1,8 = 0,97 \text{ т}$$

где  $\gamma$  - объемная масса грунта, т/м<sup>3</sup>; 1,8 т/м<sup>3</sup>.

Определим кол-во ковшей грунта в кузове;

$$n = П / Q, \quad (3.17)$$

где  $П$  – грузоподъемность = 9 т.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = 9 / 0.975 = 9 \text{шт}; \quad n = 9 \text{ шт.}$$

Определим объем грунта в плотном теле;

$$V = V_{ep} \cdot n; \quad (3.18)$$

$$V = 0.54 \cdot 9 = 4.8 \text{м}^3$$

Определим продолжительность одного цикла работы автосамосвала;

$$T_{\text{ц}} = t_n + 60 \cdot L / V_2 + t_p + 60 \cdot L / V_n + t_m, \quad (3.19)$$

где  $t_n$  - время погрузки грунта (мин).  $t_n = V \cdot H_{ep} / 100$

$$t_n = 4.8 \cdot 2.1 / 100 = 6.15 \text{мин.};$$

$V_r = 21$  км/ч – средняя скорость автосамосвала в загруженном состоянии;

$V_n = 45$  км/ч – средняя скорость автосамосвала в порожнем состоянии.

$$T_{\text{ц}} = 6,15 + (60 \cdot 15) / 21 + 1 + (60 \cdot 15) / 45 + 2 = 79,8 \text{мин},$$

где  $L$  – Расстояние транспортировки грунта = 15 км.

Определим требуемое количество автосамосвалов:

$$N = T_{\text{ц}} / t_n \quad (3.20)$$

$$N = 79.83 / 6.15 \approx 12 \text{шт}$$

Принимаем 12 автосамосвалов.

### 3.5 Подбор крана для возведения подземной части

Требуемая грузоподъемность крана  $Q_{кр}$  складывается из масс; монтируемого элемента  $Q_{эл}$ , монтажных приспособлений  $Q_{пр}$  и грузозахватного устройства  $Q_{гр}$ :

$$Q_{кр} \geq Q_{\text{э}} + Q_{np} + Q_{cp}; \quad (3.21)$$

$$Q_{кр} = 1,5 + 0,04 = 1,54 \text{т}$$

где  $Q_{эл}$  – масса фундаментной балки 1,5 т.

Для экономичности используем кран СКГ-63/100, для возведения подземной и надземной части здания. Расчет подбора крана указан в разделе 3.8 «Подбор монтажных кранов».

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

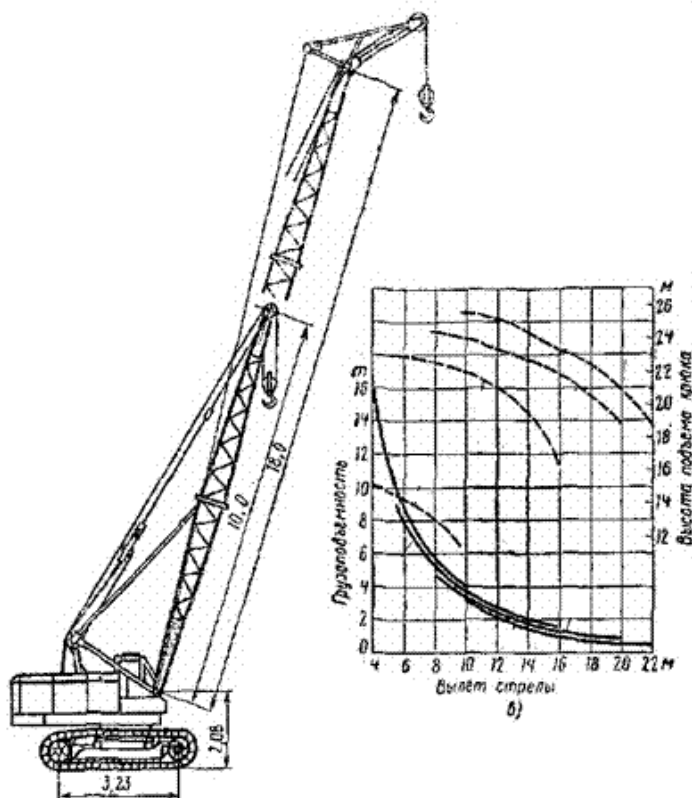


Рисунок 3.2 – Техническая характеристика крана

### 3.6 Технология монтажных работ

Методы монтажа в зависимости от ограничений накладываемых на операцию подъема, можно разделить на выполняемые с применением свободного и принудительного подъема (перемещения). Среди них выделяются группы и подгруппы, обуславливаемые общими организационно-технологическими особенностями и свойствами. К числу таких особенностей относят:

- направление развития монтажного процесса или перемещения конструкций (вертикальное, горизонтальное, радиальное, комбинированное);
- типы конструкций (плоские, пространственные);
- количество плоских или пространственных конструкций (плит перекрытий, покрытий, этажей, конструктивно-технологических блоков и т. п.) располагаемых на одной вертикали;
- приемы осуществления подъема или перемещения конструкций (подтягивание, выталкивание, выжимание, опускание);



При монтаже объектов с  $H/L > 3$  (башенно-мачтовые сооружения) монтажные машины и механизмы устанавливают рядом с объектом или крепят к смонтированным ранее конструкциям и постепенно, по мере возведения объекта, перемещают вверх. В этом случае более эффективными по сравнению с монтажными средствами, располагаемыми вне возводимого объекта, могут оказаться самоподъемные машины и механизмы.

Мы имеем объект с  $H/L < 3$ , где могут применяться практически все монтажные средства, высота подъема крюка которых больше высоты здания или сооружения.

### 3.7 Выбор монтажных кранов

#### 3.7.1 Подбор монтажных кранов для одноэтажных части здания

Выбор крана производим по техническим параметрам. Сравнение вариантов производим по экономическим параметрам и выбираем наиболее эффективный.

К техническим параметрам крана относятся:

- требуемая грузоподъемность  $Q_K$ ;
- наибольшая высота подъема крюка  $H_K$ ;
- наибольший вылет крюка  $L_K$ .

Для передвижных стреловых кранов учитываем также длину стрелы.

Выбор крана начинаем с уточнения массы сборных элементов, монтажной оснастки и грузозахватных устройств, габаритов и проектного положения конструкций и сооружений. На основании указанных данных определяем группу сборных элементов, которые характеризуются максимальными монтажными техническими параметрами. Для этих сборных элементов подбираем наименьшие требуемые технические характеристики кранов. Требуемая грузоподъемность крана  $Q_K$  складывается из масс монтируемого элемента  $Q_Э$ , монтажных приспособлений  $Q_{ПР}$  и грузозахватного устройства  $Q_{ГР}$ :

$$Q_K > Q_Э + Q_{ПР} + Q_{ГР}, \quad (3.22)$$

$$Q_K = 10 + 1,08 = 11,08 \text{ (т);}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63



Грузоподъемность подбираем исходя из массы металлической фермы пролетом 36 м;

Определяем наибольшую высоту подъема крюка:

$$H_K = h_0 + h_3 + h_{Э} + h_{СТ}, \quad (3.23)$$

где  $h_0$  – высота монтажного горизонта над уровнем стоянки крана;  $h_3$  – зазор между отметкой монтажного горизонта и низом элемента, принимаем равным 2 м;

$h_{Э}$  – высота монтажного элемента;

$h_{СТ}$  – высота такелажного приспособления.

$$H_K = 23 + 2 + 0,3 + 1,6 = 26,9 \text{ (м)}$$

Определим вылет крюка крана в башенно-стреловом исполнении:

$$L_{БК} = 0,5a + b + c, \quad (3.24)$$

где  $a$  – колея крана;

$b$  – расстояние от края гусеницы до ближайшей выступающей части здания;

$c$  – расстояние от центра тяжести элемента до выступающей части здания со стороны крана.

По технике безопасности:  $b = r - 0,5a + 0,5$ , где  $r$  – расстояние от центра вращения крана до конца контргруза.

$$b = 6 - 0,5 \cdot 6,5 + 0,5 = 3,25 \text{ (м)}$$

$$L_{БК} = 0,5 \cdot 6,5 + 3,25 + 6 = 12,5 \text{ (м)}$$

Определим оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту  $\alpha$  :

$$\operatorname{tg} \alpha = 2(h_{СТ} + h_{П}) / b_1 + 2S, \quad (3.25)$$

где  $h_{П}$  – длина грузового полиспада крана, принимаем равной 5 м;

$b_1$  – длина свободного элемента;

$S$  – расстояние по горизонтали от края элемента до оси стрелы крана;

$$\operatorname{tg} \alpha = 2(1,8 + 5) / 6 + 2 \cdot 1,5 = 5,27; \quad \alpha = 79^{\circ}$$

Определяем длину стрелы крана без гуська:

$$L_C = (H_K + h_{П} + h_C) / \sin \alpha, \quad (3.26)$$

где  $h_C$  – высота крепления оси стрелы от уровня стоянки крана.

$$L_C = (26,9 + 5 + 2) / \sin 79 = 34,52 \text{ (м)}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Определяем вылет крюка стрелового крана:

$$L_K = L_C \cos \alpha + d, \quad (3.27)$$

где  $d$  – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы;

$$L_K = 34,52 \cdot \cos 79 + 1,5 = 8,08 \text{ (м)}$$

Определяем длину стрелы крана с гуськом:

$$L_C = H - h_c / \sin \alpha, \quad (3.28)$$

где  $H$  – расстояние от оси вращения гуська до уровня стоянки крана;

$$L_C = 22,12 - 2 / \sin 79 = 20,12 \text{ (м)}$$

Определяем вылет крюка гуська крана:

$$L_{КГ} = L_C \cos \alpha + L_{Г} \cos \beta + d, \quad (3.29)$$

где  $L_{Г}$  - длина гуська от оси поворота до оси блока;

$\beta$  - угол наклона гуська к горизонту;

$d$  – расстояние от оси вращения крана до оси крепления стрелы, принимаем 1,5 м;

$$L_{КГ} = 20,12 \cos 79 + 15 \cos 10 + 1,5 = 20,1 \text{ (м)}$$

По рассчитанным техническим параметрам крана и справочной литературе (И.М. Паргаманик. Грузоподъемные краны стрелового типа. М: Стройиздат, 1992, 143 с.) определяю марки кранов и их грузовые характеристики: 1 – ый кран СКГ- 100(рис.4, 6); 2 – ой кран СКГ-63/100

$$K_{ГР} = \frac{Q_{СР}}{Q_{МАХ}} < 1, \quad (3.30)$$

где  $Q_{МАХ}$  - максимальная грузоподъемность крана;

$Q_{СР}$  - средняя масса элементов, подлежащих монтажу:

$$Q_{СР} = \frac{g_1 n_1 + g_2 n_2 + \dots + g_n n_n}{\sum n_i}, \quad (3.31)$$

где  $n_i$  - количество элементов соответствующей группы;  $g$  – массы различных элементов.

$$Q_{СР} = \frac{2599}{979} = 2,65 \text{ (т)}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Определяю величину коэффициента использования грузоподъемности кранов:

$$K_{\text{ГР}}^1 = \frac{2,65}{62} = 0,04; K_{\text{ГР}}^2 = \frac{2,65}{11} = 0,24$$

По коэффициенту использования грузоподъемности предпочтительнее кран СКГ-63/100. Для монтажа большепролетной фермы потребуется два таких крана. Использование двух кранов возведения надземной части здания значительно сократит сроки строительства.

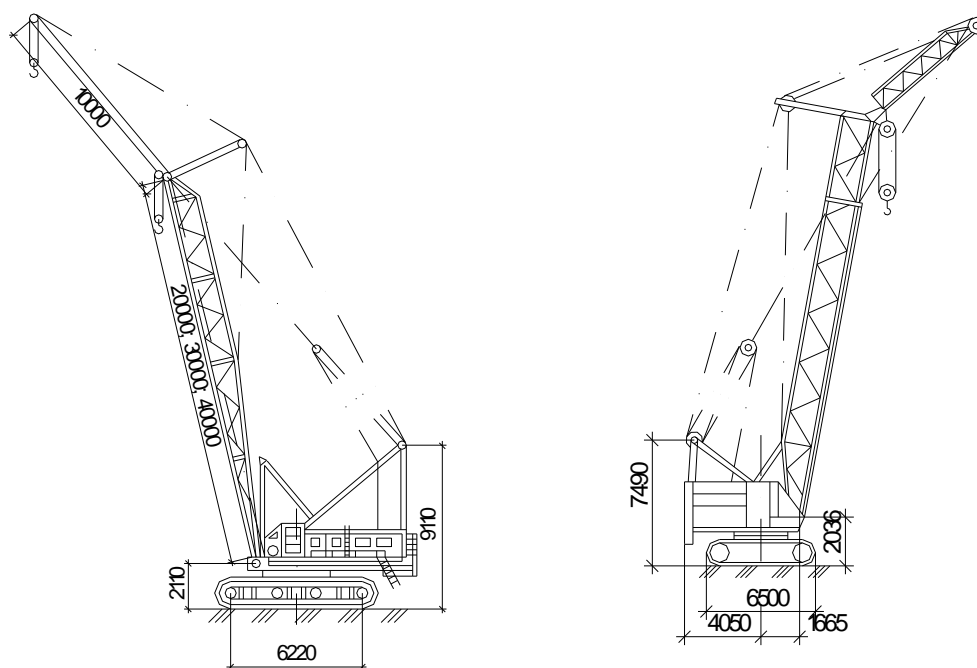


Рисунок 3.3 – Монтажные краны: СКГ-100 (слева) и СКГ-63/100 (справа)

### 3.7.2 Монтажные приспособления и грузозахватные устройства

Для осуществления монтажных работ используют грузозахватные устройства (траверсы, стропы) для подъема и установки сборных элементов; технические средства для наводки (фиксаторы), выверке и временного закрепления конструкций, оснастку, обеспечивающую удобную и безопасную работу монтажников на высоте.

Грузозахватные приспособления выбираются, таким образом, чтоб ими можно было, поднимать несколько разнотипных, элементов, что уменьшает общее количество таких приспособлений на строительной площадке.

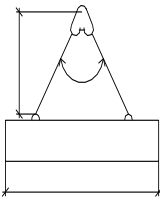
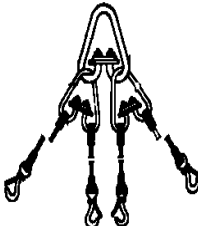

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Траверсы различных типов применяют для подъема длинномерных или с большой площадью в плане конструкций и объемных элементов,

Рабочее место монтажника на высоте оборудуют переносными подмостями (при высоте до 5 м) и лестницами с площадками (при высоте до 8 м). навесными монтажными площадками с навесными лестницами (при высоте более 8 м). При необходимости применяются подвесные переходные мостики, страховочные канаты, ограждения и другая оснастка.

Выбор основных монтажных приспособлений и грузозахватных устройств производится по справочной литературе и проектной документации с указанием номера чертежа и организации - разработчика. Выбранные монтажные приспособления и грузозахватные устройства с необходимыми характеристиками вносятся в таблицу 3.1

Таблица 3.1 – Монтажные приспособления и грузозахватные устройства

наименование монтажной конструкции	наименование монтажного приспособления	эскиз	характеристика		высота грузозахватного устройства
			грузоп, т	масса, т	
установка колонн, панелей стен, колонн	строп двухветвевой, гост 19144-73		10	0,03	2,2м
монтаж плит перекрытий	строп четырехветвевой, гост 19144-73		9	0,15	3м
монтаж колонн	траверса тр-8-0,4		10	0,16	4,3м

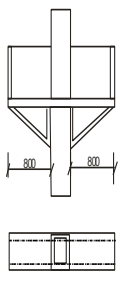
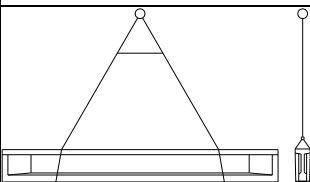
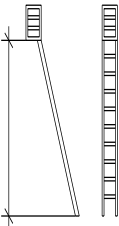
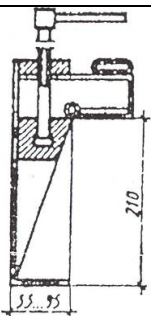
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

080301.2018.599.ПЗ

Лист

67

Окончание таблицы 3.1

наименование монтажной конструкции	наименование монтажного приспособления	эскиз	характеристика		высота грузозахватного устройства
			грузоп, т	масса, т	
обеспечение рабочего места на высоте	навесные подмости, промстальконструкция, 1942р		-	0,64	-
монтаж ж/б подкрановых балок длиной 12м и 6м.	строп двухветвевой 2ст-16/5000.		12	0,265	4,3
обеспечение рабочего места на высоте	приставная лестница с площадкой, ПК главсталь-конструкция, 220		0,1	-	-
выверка и ременное крепление колонн в фундаменте стаканного типа	киновой вкладыш, цнии-омтп n7		-	0,1	-

3.8 Технологические карты

3.8.1 Технологическая карта на механизированную доработку грунта

3.8.1 Область применения

Технологическая карта предусматривает доработку грунта 1-4 группы бульдозером ДЗ-19 с поворотным отвалом.

В состав работ, рассматриваемых картой, входят: набор, перемещение, разравнивание грунта.

Работы выполняются в весенний период в две смены.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

### 3.8.2 Организация и технология строительного процесса

До начала производства работ должны быть выполнены организационно-подготовительные мероприятия в соответствии со СП 48.13333.2011 «Организация строительного производства», а также все работы в соответствии со стройгенпланом, разработанным в проекте производства работ.

Кроме того должны быть выполнены работы по отрывке грунта из котлована с погрузкой в транспортное средство и навывет;

Рабочие и ИТР должны быть ознакомлены с технологией и организацией работ и обучены безопасным методам труда.

Доработка грунта выполняется бульдозером ДЗ 19 с поворотным отвалом. Доработка котлована ведется по ступенчатой схеме.

Набранный грунт перемещается к бровке котлована, откуда он вынимается экскаватором

Доработка грунта осуществляется бригадой, в состав которой входят:

Машинист бульдозера 6 разряда – 1;

Помощник машиниста 5 разряда – 1.

### 3.8.3 Методы и последовательность производства работ

При доработке используется ступенчатая схема. Работа ведется параллельными проходками. Переместив грунт из одной проходки, бульдозер совершает холостой ход под углом к оси рабочего хода и начинает разработку и перемещение грунта на расположенной рядом проходке.

### 3.8.4 Операционный контроль качества

Контроль за качеством производства работ состоит в систематическом наблюдении и проверке соответствия их проектной документации, проверке соблюдения технических норм и условий на производство работ.

Допускаемые отклонения отметок спланированной поверхности от проектных не должны превышать 5 см. Уклон спланированной поверхности – 0,001.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Не допускается образование замкнутых понижений на спланированной поверхности

Таблица 3.4 – Схема операционного контроля

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль	Документация
Подготовительные работы	Проверить: -освидетельствование ранее выполненных земляных работ; - наличие в проекте данных о типах грунтов	Визуальный	Общий журнал работ, акт освидетельствования скрытых работ
Набор грунта и перемещение	Контролировать: Наполнение отвала грунтом Глубину врезки Недобор грунт Скорость передвижения	Визуальный  Измерительный  Визуальный  Измерительный	Общий журнал работ
Приемка выполненных работ	Проверка отклонения отметок от проектных	Измерительный	Акт приемки выполненных работ
Контрольно-измерительный инструмент: нивелир			
Операционный контроль осуществляют: мастер (прораб). Приемочный контроль осуществляют: работники службы качества, мастер (прораб), представители технадзора заказчика.			

Оценка «хорошо» дается за работы, выполненные в полном соответствии с проектом, нормативными документами, стандартом.

Если работы выполнены с малозначительными отклонениями от технической документации, дается оценка «удовлетворительно».

## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 4.1 Введение в раздел

Организация строительного производства должна обеспечивать целенаправленность всех организационных, технических и технологических решений, на достижение конечного результата ввода в действие объекта с необходимым качеством и в установленные сроки. До начала строительства объекта должны быть выполнены мероприятия и работы по подготовке строительного производства в объеме, обеспечивающем осуществление строительства запроектированными темпами.

Строительство объекта допускается только на основе предварительно разработанных решений по организации строительства и технологии производства работ.

При организации строительного производства должны обеспечиваться:

- согласованная работа всех участков с генподрядчиками;
- комплексная поставка материальных ресурсов;
- возведение здания индустриальными методами;
- выполнение строительно-монтажных работ поточными методами с соблюдением правил технологической последовательности;
- соблюдение правил техники безопасности;
- соблюдение требований по охране окружающей среды.

### 4.2 Исходные данные для проектирования

Рассматривается промышленное здание – «Предприятие по ремонту автокранов и другой строительной техники»

Место строительства – г. Балаково, относящийся к III району по весу силового покрова с  $S_0 = 1,8$  кПа и к III району по напору ветра с  $\omega_0 = 0,38$  кПа

Производственный корпус одноэтажного промышленного здания состоит из трех пролетов: 24 м, 36 м, 24 м, шаг колонн – 6 м. Высота до низа несущих конструкций – 16,9 м. Основные конструктивные элементы здания:

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71



- а) колонны – металлические крайние и средние двухветвевые, фахверковые – металлические сплошного сечения;
- б) фундамент – монолитный ж/бетонный трехступенчатый стаканного типа;
- г) фундаментные балки – сборные ж/бетонные длиной 6 метров;
- д) конструкции покрытия: металлические фермы пролетами 24 и 36 м плиты покрытия сборные ж/бетонные ребристые длиной 6 метров;
- е) стены и перегородки – панели типа сэндвич.

Наиболее тяжелая конструкция – ферма пролетом 36 м весом 10 тонн.

Подбор крана был осуществлен в технологическом разделе и выбран гусеничный СКГ 63/100 в количестве 2 штук.

#### 4.3 Выбор методов производства работ

Данное промышленное здание разбираем на захватки и монтируем двумя кранами. Сборные элементы подают на монтаж с транспортных средств или с приобъектного склада в зоне действия крана.

В зависимости от направления развития монтажного процесса от объемов монтажных работ объекты распределяются на участки, захватки, ярусы.

Разбивка объекта на участки и захватки определяется технологической необходимостью монтажа и производится в зависимости от направления монтируемого процесса, наличие узлов технологического оборудования и очередности пусковых комплексов с учётом его конструктивных особенностей и местных условий.

При определении длины монтажных участков и захваток руководствуются требованиями примерного равенства объемов монтажных работ, возможности быстрого создания фронта работ для послемонтажных процессов и обеспечения безопасных действий их производства.

При этом размеры участков и захваток должны обеспечивать размещение и перебазирование на них с учётом требуемой безопасности выполнения работ комплексом монтажных средств и оснащения, а также монтажных звеньев и бригад.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Остальные решения принимаются на основании технико-экономической оценки вариантов по показателям производительности, трудоёмкости и стоимости единицы продукции.

#### 4.4 Определение продолжительности строительства

Продолжительность строительства комплекса зданий и сооружений определяется по СНИП 1.04.03-85 «Нормы продолжительности строительства» с учетом п.9 общих положений СНиП.

Нормы предназначены для определения продолжительности строительства сроков ввода в действие объектов и основных фондов, размера задела на планируемый период. Нормы включают (в месяцах от начала строительства): продолжительность внутриплощадочного периода, а также нарастающим итогом по кварталам или месяцам задел по объему капиталовложений и строительно-монтажных работ.

В соответствии со СНиП 1.04.03-85 "Нормативная продолжительность строительства" для проектируемого здания «Фабрика полуфабрикатов на 15 т. сырья в смену» нормативная продолжительность строительства составила по таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Определение нормативных сроков строительства

именование объекта	Характеристика	Нормы продолжительности строительства				Нормы задела в строительстве по кварталам, %						
		Общая	В том числе									
			Подготовительный период	Передача оборудования	Монтаж оборудования	1	2	3	4	5	6	7
Цех капитального ремонта строительной и дорожной техники	-	18	2	8	10-17	$\frac{10}{13}$	$\frac{21}{30}$	$\frac{38}{50}$	$\frac{62}{70}$	$\frac{96}{97}$	$\frac{83}{87}$	$\frac{100}{100}$

#### 4.5 Технико-экономические показатели календарного плана

1 Нормативная продолжительность строительства:

$$H_c^{норм} = 540 \text{ дней}$$

2 Планируемая продолжительность строительства:

$$H_c^{план} = 234 \text{ дня}$$

3 Показатель продолжительности строительства:

$$K = H_c^{план} / H_c^{норм} = 0,43 \quad (4.1)$$

4 Коэффициент совмещения работ:

$$K_{сов} = \Sigma H_c / H_c^{план} = 0,23 \quad (4.2)$$

5 Общая трудоемкость:

$$\text{нормативная } T_n^{норм} = 17034 \text{ чел. - дн.}$$

$$\text{принятая } T_n^{прин} = 15820 \text{ чел. - дн.}$$

6 Удельная трудоемкость

$$U = T_n^{норм} / V = 0,12 \text{ чел. - дн./м}^3 \quad (4.3)$$

7 Максимальное число рабочих

$$N_{\max} = 31 \text{ чел.}$$

8 Среднее число рабочих

$$N_{ср} = T_n^{прин} / H_c^{план} = 15 \text{ чел.} \quad (4.4)$$

9 Коэффициент неравномерности движения рабочих

$$K_{нер} = N_{\max} / N_{ср} = 2,2 \quad (4.5)$$

10 Процент выполнения норм

$$\Pi = \left( T_n^{норм} / T_n^{прин} \right) \cdot 100\% = 7,14\% \quad (4.6)$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

#### 4.6 Определение номенклатуры работ

Определение объемов работ является ответственным этапом разработки календарного плана: по ним определяют трудовые затраты, потребность в машинах, строительных конструкциях, изделиях и материалах; по ним составляют технологические карты, определяют сметную стоимость СМР, технико-экономические показатели, принимают решения о методах производства работ.

При подсчете объемов работ необходимо максимально использовать спецификации и другие данные проекта. Объемы работ по отдельным конструктивным элементам надо определять по правилам подсчета в единицах измерения СП (ч. IV) или ЕНиР.

Специализированные работы (санитарно-технические, электротехнические и др.) записываются также укрупнено, одной строкой каждая. Мелкие работы тоже группируются.

Номенклатуру и объем работ на строительство бытовых помещений следует составлять отдельно.

Форма ведомости определения номенклатуры и объемов работ приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Ведомость подсчёта объёмов монтажных работ

	Вид работ	Единица объема	Количество
	Нулевой цикл:		
1	Срезка растительного слоя бульдозером	1000 м <sup>2</sup>	20
2	Разработка котлована экскаватором в отвал	100 м <sup>3</sup>	40,11
3	Разработка котлована экскаватором с погрузкой	100 м <sup>3</sup>	3,11
4	Транспортировка грунта	100 м <sup>3</sup>	3,11
5	Доработка грунта вручную	100 м <sup>3</sup>	0,7611
6	Устройство щебеночного основания	100 м <sup>2</sup>	7,43
7	Пропитка битумом щебеночного основания	100 м <sup>2</sup>	7,43
8	Армирование стаканов	1 сетка	186
9	Бетонирование стаканов	100 м <sup>3</sup>	3,51
10	Монтаж фундаментных балок	1 элемент	60
11	Обмазочная гидроизоляция	100 м <sup>2</sup>	15,92
12	Обратная засыпка пазух	100 м <sup>3</sup>	40,11
13	Устройство отмостки	100 м <sup>2</sup>	3,4

## Окончание таблицы 4.2

	Вид работ	Единица объема	Количество
1	Наземный цикл:		
2	Монтаж колонн	1 шт	98
3	Монтаж подкрановых балок	1 шт	88
4	Монтаж металлических ферм	1 шт	45
5	Монтаж перегородок	100 м <sup>2</sup>	8,4
6	Монтаж светоаэрационных фонарей	1 т	6,3
7	Монтаж плит покрытия	1 шт	784
8	Монтаж сэндвич панелей	100 м <sup>2</sup>	69,86
9			
10			
11			
	Кровля:		
1	Устройство пароизоляции	100м <sup>2</sup>	70,56
2	Устройство теплоизоляции	1м <sup>3</sup>	700
3	Устройство выравнивающей стяжки	100м <sup>2</sup>	70,56
4	Устройство рулонной кровли	100м <sup>2</sup>	70,56

## 4.7 Отчет о расходе материалов.

Таблица 4.3 – Потребность в материалах

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Расход ресурсов			
				по норме	факт.	экономия	перерасход
Основные материалы:							
1	204-9001	Арматура	т	15,621			
2	101-0063	Ацетилен растворенный технический марки А	т	0,0066			
3	401-9021	Бетон (класс по проекту)	м3	351			
4	401-9002	Бетон тяжелый	м3	831,708			
5	101-0078	Битумы нефтяные строительные кровельные марок БНК-45/190, БНК-45/180	т	1,374			
6	101-0073	Битумы нефтяные строительные марки БН-90/10	т	0,2547			
7	203-9057	Блоки дверные	м2	248			
8	203-9095	Блоки оконные	м2	508			
9	104-0002	Вата минеральная	м3	1,542			
10	101-1757	Ветошь	кг	19,8832			
11	411-0001	Вода	м3	746,3713			
12	101-1805	Гвозди строительные	т	0,1726			
13	101-0179	Гвозди строительные с плоской головкой 1.6x50 мм	т	0,0077			

Продолжение таблицы 4.3

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Расход ресурсов			
				по норме	факт.	экономия	перерасход
14	101-0195	Гвозди толевые круглые 3.0x40 мм	т	0,0163			
15	101-0219	Гипсовые вяжущие Г-3	т	0,8241			
16	204-0025	Горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса А-III диаметром 20-22 мм	т	0,8379			
17	406-9003	Гравий керамзитовый	м3	566,129 2			
18	113-0021	Грунтовка ГФ-021 красно-коричневая	т	0,0009			
19	101-0142	Дюбели с калиброванной головкой (в обоймах) с цинковым хромированным покрытием 3x58.5 мм	т	0,0716			
20	101-9185	Ерши металлические	кг	93			
21	101-9186	Закрепы металлические	кг	109,22			
22	101-0244	Замазка оконная на олифе	т	0,3175			
23	101-0253	Известь строительная негашеная комовая, сорт 1	т	2,7479			
24	537-0097	Канат двойной свивки типа ТК оцинкованный из проволок марки В, маркировочная группа 1770 н/мм <sup>2</sup> , диаметром 5.5 мм	10м	0,0555			
25	101-0309	Канаты пеньковые пропитанные	т	0,0003			
26	101-9130	Карборунд	кг	111,28			
27	101-0797	Катанка горячекатаная в мотках диаметром 6.3-6.5 мм	т	0,1763			
28	101-0322	Керосин для технических целей марок КТ-1, КТ-2	т	3,6797			
29	101-0324	Кислород технический газообразный	м3	56,6248			
30	201-0777	Конструктивные элементы вспомогательного назначения, с преобладанием профильного проката собираемые из двух и более деталей, с отверстиями и без отверстий, соединяемые на сварке	т	6,8759			

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

080301.2018.599.ПЗ

Лист

77

## Окончание таблицы 4.3

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Расход ресурсов			
				по норме	факт.	экономия	перерас ход
31	201-9002	Конструкции стальные	т	2,969			
32	101-9851	Краска	т	0,0744			
33	101-9840	Краски масляные готовые к применению для внутренних работ	т	0,0608			
34	101-9750	Лак	т	0,585			
35	101-0594	Мастика битумная кровельная горячая	т	14,9098			
36	101-9121	Материалы рулонные кровельные для верхнего слоя (марка по проекту)	м2	7056			
37	203-9054	Наличники	м	2174,24			
38	101-0627	Олифа комбинированная К-2	т	0,0148			
39	408-9040	Песок для строительных работ природный	м3	168,1776			
40	102-0023	Пиломатериалы хвойных пород. Бруски обрезные длиной 4-6.5 м, шириной 75-150 мм, толщиной 40-75 мм I сорта	м3	0,0025			
41	102-0025	Пиломатериалы хвойных пород. Бруски обрезные длиной 4-6.5 м, шириной 75-150 мм, толщиной 40-75 мм III сорта	м3	1,72			
42	102-0026	Пиломатериалы хвойных пород. Бруски обрезные длиной 4-6.5 м, шириной 75-150 мм, толщиной 40-75 мм IV сорта	м3	0,2165			
43	102-0114	Пиломатериалы хвойных пород. Доски обрезные длиной 2-3.75 м, шириной 75-150 мм, толщиной 25 мм IV сорта	м3	5,9796			
44	101-1712	Шпатлевка клеевая	т	0,152			
45	101-1667	Шпатлевка масляно-клеевая	т	0,0124			
46	101-9680	Шурупы строительные	т	0,0252			
47	408-9080	Щебень	м3	77,2476			
48	203-0511	Щиты из досок толщиной 25 мм	м2	254,0172			
49	101-1513	Электроды диаметром 4 мм Э42	т	0,001			
50	101-1515	Электроды диаметром 4 мм Э46	т	0,0094			

080301.2018.599.ПЗ

Лист

78

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

#### 4.8 Проектирование строительного генерального плана

Стройгенплан разработан на период возведения надземных частей здания на основе генерального плана застройки и совмещенного плана инженерных сетей.

При разработке стройгенплана были учтены основные условия:

- рациональное использование строительной площадки, складского хозяйства, дорог и временных зданий;
- соблюдение требований по технике безопасности и противопожарных правил;
- обеспечение санитарно-бытового обслуживания рабочих на строительстве;
- поставка на строительную площадку конструкций, материалов и полуфабрикатов производится автомобильным транспортом;
- раскладка изделий производится в зоне действия строительного монтажного крана;
- временные автомобильные дороги частично совмещены с проектируемыми дорогами.

Ширина временных автомобильных дорог принята 4,5 м, радиусы закругления автомобильных дорог проезда автомобилей-панелевозов приняты 12,5 м. согласно требований пункта 9.55 СП 42.13330.2016 и п. 9.45.

Согласно требованию СП 34.13330.2012 “Автомобильные дороги” таблица 3 пункт 7.24, временные автомобильные дороги на строительной площадке выполняются по уплотненному основанию из щебня в 1 слой толщиной 15 см.

В соответствии с требованиями СП 48.13330.2011 на стройгенплане предусмотрен участок для размещения временных инвентарных зданий и сооружений.

Для складирования строительных материалов, конструкций и изделий предусмотрены приобъектные склады, конструкция которых спланированное и уплотненное основание.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79



#### 4.8.1 Методы производства основных строительного-монтажных работ

При выборе методов производства работ учитывались условия и сроки продолжительности строительства. Используются наиболее распространенные в строительных организациях машины и механизмы

Предварительную планировку производить бульдозером ДЗ-9.

Разработку траншей для прокладки наружных коммуникаций и дренажа производить экскаватором Э-651 (обратная лопата, емкость ковша – 0,65 м<sup>3</sup>).

Разработка грунта в транспорт

Обратную засыпку траншей производить бульдозером с послойным уплотнением грунта. Для производства работ принять бульдозер ДЗ-18.

Монтаж конструкций здания ниже отметки 0.000 осуществлять с помощью автокрана СКГ 63/100.

Для монтажа конструкций здания предусмотреть применение типовой монтажной оснастки.

Подача на объект бетонной и растворной смеси предусмотрена автомобилями-самосвалами.

Корыта под постоянные дороги и проезды устраивать с помощью бульдозера ДЗ-18, а уплотнение корыта и асфальтового покрытия моторным катком ДУ-48

При благоустройстве территории так же использовать погрузчик В-125.

#### 4.8.2 Производство работ в зимних условиях

При выполнении работ в зимнее время предусматриваются следующие мероприятия:

– траншеи в зимних условиях должны предохраняться от промерзания грунта укладкой утеплителей (шлак, опил, снег).

– рыхление мерзлого грунта производить клин-бабой или дизель-молотом с клином, подвешенным на стреле экскаватора;

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

– обратную засыпку траншей инженерных коммуникаций производить только талым грунтом с попаданием мерзлого грунта не более 15% общего объема засыпки.

– бетон и раствор транспортировать в автосамосвалах с утепленными крышками кузовов с подогревом бетонной смеси отработанными газами.

#### 4.8.3 Потребность в основных строительных машинах и механизмах

Потребность в строительных машинах и механизмах определена с учетом конкретных условий строительства.

Таблица 4.4 – Потребность в транспортных средствах

№ пп	Наименование	Марка	Кол-во
1	Автосамосвалы	КАМАЗ	2
2	Бортовые машины	ЗИЛ-130	2
3	Бортовые полуприцепы	МАЗ-5243	2
4	Панелевозы	НАМИ-790	2

Таблица 4.5 – Основные строительные машины и механизмы

№ п.п.	Наименование	Марка	Кол-во
1	Экскаватор, емкость ковша 0,65м <sup>3</sup>	Э-651	1
2	Бульдозер	ДЗ-18	1
3	Гусеничный кран	СКГ 63/100	2
4	Автобетоносмеситель	Сб-170	1
5	Установка компрессорная	СО-263-1	1
6	Сварочный трансформатор	ТСМ-30	1
7	Агрегат шпаклевочный	СО-150	1
8	Погрузчик	ПК-12	1
9	Каток	ДУ-48	1

Примечание: при необходимости допускается замена рекомендуемых механизмов на механизмы с аналогичными техническими характеристиками.

По условиям строительства все перевозки грунта и местных строительных материалов осуществляются автотранспортом.

#### 4.8.4 Потребность во временных зданиях и сооружениях

Расчет потребности в площадях временных зданий санитарно-бытового, производственного и других назначений производится на основании расчетного

количества рабочих, ИТР, служащих, МОП и охраны.

- максимальная численность работающих на площадке = 56 чел. (66%);
- количество рабочих, занятых на обслуживании машин = 3 чел. (3%);
- на работах, выполняемых за счет накладных расходов = 13 чел. (15%);
- на горизонтальном транспорте строительных материалов = 3 чел. (3%);
- в подсобном хозяйстве = 3 чел. (3%);
- на неучтенных работах = 8 чел. (10%);
- общая численность рабочих  $N=50+3+13+3+3+8=80$  чел. (85%);
- ИТР и служащие = 10 чел. (12%);
- МОП и охрана = 3 чел. (3%);
- общее количество работающих  $N_{общ.}=80+10+3=93$  чел.

Таблица 4.6 – Расчет площадей временных зданий

№	Временные здания	Кол-во рабочих	Кол-во Используемых данное помещение	Площадь помещения, м <sup>2</sup>		Тип временного здания	Размеры здания, м	Кол-во, шт
				на 1 работающ.	общая			
Служебные								
1	Прорабская 420-15-29	10	100%	4	40	передвижная	9 х 3	2
2	Диспетчерская	3	100%	7	21	передвижная	9 х 3	1
3	Проходная	-	-	-	6-8	сборно-разборн.	2 х 3	1
Санитарно-бытовые								
4	Душевая ВД-1М	93	50%	0,54	26,7	передвижная	10,5х х3,1	1
5	Туалет	93	100%	0,1	9,3	контейнер	6 х 3	1
6	Сушилка ВС	93	40%	0,2	7,9	передвижная	7,9х 2,7	1
7	Умывальная	93	50%	0,2	9,3	передвижная	10,5 х х3,1	2
8	Столовая ВС-20-М	93	50%	0,8	39,6	передвижная		
9	Бытовки	93	100%	0,7	69,3	передвижная	9 х 3	3
10	Медпункт	-	-	-	24,3	передвижная	9 х 3	1
Производственные								
11	Мастерская	-	-	-	18	передвижная	4,1х2,2	1

Бытовые помещения, конторы ИТР, а также подходы к ним расположены вне опасных зон действия механизмов и транспорта.

Бытовые помещения расположены вблизи входа на строительную площадку, чтобы рабочие попадали в бытовки, минуя рабочую зону.

#### 4.8.5 Расчет складских помещений и площадок

Площадь складов рассчитывается по количеству материалов:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}} \alpha}{T} n k, \quad (4.7)$$

где  $Q_{\text{зап}}$  - запас стройматериалов на складе;

$Q_{\text{общ}}$  - общее количество материалов, необходимое для строительства;

$\alpha=1.1$  - коэффициент неравномерного поступления материалов на склады (применяется для автотранспорта);

$T$  - продолжительность расчетного периода (из калькуляции для каждой конструкции);

$n$  - норма запаса материалов в днях;

$k=1.3$  - коэффициент неравномерности потребления материалов. Полезная площадь склада без проходов:

$$F = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \quad (4.8)$$

где  $q$  - количество материалов, укладываемое на 1 м<sup>2</sup> площади склада;

Общая площадь склада:

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (4.9)$$

где  $\beta$  - коэффициент использования склада, характеризующийся отношением его полезной площади к общей.

Открытые склады на строительной площадке располагаются в зоне действия монтажного крана. Площадки складирования должны быть ровными, с небольшим уклоном (2-5) для водоотвода. Привязка складов производится вдоль запроектированных дорог, предусматривая их уширение. Одноименные конструкции, детали и материалы следует складировать по захваткам, равномерно или в нескольких местах по длине здания.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Изм.  
Лист  
№ докум.  
Подпись  
Дата

Таблица 4.7 – Определение площадей складов

Наименование	Ед. изм.	Общее кол-во материала	Суточный расход	Продолжительность расчетного периода	Запас в днях	Qзап	Норма хранения на 1 м2	Полезная площадь, м2	В	Общая площадь, м2	Принятые размеры склада, м	Тип
Опалубка	м2	4413,24	315,2	14	3	1 352,3	1,2	1126,9	40	67,6	9x8	Откр.
Сетки арматурные	100 т	0,66	10	0,066	3	42,90	1,2	35,75	0,5	71,50	9x8	Закр.
Фундаментные плиты, блоки	шт.	6861	343	20	3	1 471,6	1,2	1226,4	0,5	2452,8	9x8	Откр.
Колонны металлические	шт.	82	12	7	3	50,25	2,5	20,10	0,5	40,20	8x5	Откр.
Стропильные фермы, фонарные фермы	шт.	58	13	4,5	3	55,29	2,5	22,12	0,5	44,23	9x5	Откр.
Прогоны, подкрановые балки, подкрановые пути	шт.	394	79	5	3	338,05	1,2	281,71	0,5	563,42	23x23	Откр.
Кирпич	1000шт т.	1246,8	40	31	3	172,54	0,75	230,05	0,5	460,11	16x16	Откр.
Перемычки	шт.	550	183	3	3	786,50	1,2	655,42	0,5	1310,83	9x8	Откр.

080301 2018.599.ПЗ

Окончание таблицы 4.7

Наименование	Ед. изм.	Общее кол-во материала	Суточный расход	Продолжительность расчетного периода	Запас в днях	Qзап	Норма хранения на 1 м2	Полезная площадь, м2	В	Общая площадь, м2	Принятые размеры склада, м	Тип
Плиты перекрытия, покрытия, лестничные марши.	шт.	185	74	2,5	3	317,46	0,95	334,17	0,5	668,34	25x25	Откр.
Стеновые панели	шт.	1212	40	30	3	173,32	0,95	182,44	0,5	364,88	19x19	Откр.
Кровельные материалы	100 м2	385,56	30	12,5	3	132,32	200	0,66	0,6	5,51	2,5x2,5	Закр.
Окна, жалюзийные решетки	м2	660	120	5,5	3	514,80	45	11,44	0,6	19,07	4,5x4,5	Закр.
Двери, ворота	100 м2	5,6	2,8	2	3	12,01	44	0,27	0,6	0,46	4,5x4,5	Закр.
Открытый										819	30x30	
Закрытый										754	25x25	

080301 2018.599.ПЗ

#### 4.8.6 Расчет объектов и коммуникаций инженерного обеспечения строительства

##### 4.8.6.1 Расчет потребности во временном водоснабжении

Временное водоснабжение предназначено для обеспечения строительной площадки водой для производственных ( $Q_{пр}$ ), хозяйственно-бытовых ( $Q_{хоз}$ ) и противопожарных ( $Q_{пож}$ ) нужд:

$$Q_{общ} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}, \quad (4.10)$$

Для решения этой задачи производится расчет потребности строительной площадки в воде, определяются источники временного водоснабжения, в соответствии с потребностью производится расчет диаметров трубопроводов и в соответствии со схемой временного водоснабжения осуществляется привязка водопроводов и сооружений в плане.

Расход воды на производственные нужды:

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \frac{\sum Q_{ср} \cdot k_1}{8 \cdot 3600}, \quad (4.11)$$

где 1,2 – коэффициент неучтенного расхода воды;

$Q_{ср}$  – средний производственный расход воды в смену, л;

$k_1$  – коэффициент неравномерности потребления воды,  $k_1 = 1,6$ ;

8 – число часов работы в смену;

3600 – количество секунд в часе.

Наибольший расход воды наблюдается в период производства штукатурных работ и устройства цементной стяжки под полы:

- объем штукатурных работ, выполняемый за смену – 167,6 м<sup>2</sup>;
- объем работ по устройству стяжки, выполняемый за смену – 215 м<sup>2</sup>;
- удельный расход воды на штукатурные работы и работы по устройству стяжки – 8 л/м<sup>2</sup>.

Средний производственный расход воды в смену:

$$Q_{ср} = 292.32 \cdot 8 + 234.56 \cdot 8 = 4215.04 \text{ л.}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Секундный расход воды на производственные нужды:

$$Q_{пр.} = 1.2 \cdot 4215.04 \cdot 1.6 / 8 \cdot 3600 = 0.28 \text{ л/с}$$

Расход на хозяйственно-бытовые нужды:

$$Q_{хоз} = \frac{\sum Q_{см} \cdot N \cdot k_{см}}{8 \cdot 3600}, \quad (4.12)$$

где  $N_{раб}$  - число работающих на строительной площадке в наиболее нагруженную смену.

$Q_{см}$  – нормативный расход воды на хозяйственные нужды в смену (при канализованной площадке – 25 л).

$k_{см}$  – коэффициент неравномерности потребления воды,  $k_{см} = 2,8$ .

$$Q_{пр.} = 25 \cdot 93 \cdot 2.8 / 8 \cdot 3600 = 0.23 \text{ л/с}$$

Расход на противопожарные нужды:

Минимальный расход воды на противопожарные нужды определяют из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 5 л/с на каждую струю, т.е.

$$Q_{пож} = 10 \text{ л/с}$$

В связи с тем, что промышленность выпускает пожарные гидранты с минимальным диаметром 100 мм, диаметры труб временного водопровода должны быть такими же; однако для временного водопровода это нецелесообразно. Поэтому гидранты рекомендуется проектировать на постоянной линии водопровода, а диаметр временного водопровода рассчитывать без учета пожаротушения.

$$Q_{расч} = (Q_{пр} + Q_{хоз}) \cdot k, \quad (4.13)$$

где  $k$  – коэффициент на неучтенные мелкие расходы и утечки,  $k = 1,20$ .

$$Q_{расч.} = (0.28 + 0.23) = 0.51 \text{ л/с}$$

Диаметр временной водопроводной сети:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{расч} \cdot 1000}{\pi \cdot V}}, \quad (4.14)$$

где 1000 – количество литров воды в 1 м<sup>3</sup>;

$V$  - скорость движения воды в трубе, 1,5 м/с.

$$D = 23.9 \text{ мм}$$

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87



Принимаем стальную электросварную трубу наружного диаметра 26,8 мм, условный проход 20 мм по ГОСТ 10704-91.

#### 4.8.6.2 Расчет потребности во временном энергоснабжении

Основным источником энергии, используемым при строительстве зданий и сооружений, служит электроэнергия, которая расходуется на производственные нужды (питание электродвигателей строительных машин и механизмов, электросварочные работы и др.) и на освещение строительной площадки, мест производства работ, производственных, административных и хозяйственных сооружений.

Общая потребляемая мощность:

$$P = 1,10 \left( \frac{k_1 \cdot \Sigma P_c}{\cos \varphi} + k_2 \cdot \Sigma P_{он} + k_3 \cdot \Sigma P_{ос} \right), \quad (4.15)$$

где  $P$  – общая потребляемая мощность, кВт

1,10 – коэффициент, учитываемый потери мощности в сети

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности, зависящий от количества и загрузки потребителей силовой энергией, принимаемый для временного электроснабжения в среднем 0,75;

$k_1, k_2, k_3$  – коэф. одновременности потребления электроснабжения,  $k_1=0,75$ ,  $k_2= 1, k_3=0,8$ ;

$P_c$  – мощность силовая на технологические нужды, кВт;

$P_{он}$  – мощность устройств наружного освещения, кВт;

$P_{ос}$  – мощность устройств внутреннего освещения, кВт;

Таблица 4.8 – Мощность электросети для наружного освещения

Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Кол-во	Норма освещенности, кВт	Мощность, кВт
Монтаж сборных конструкций	1000м <sup>2</sup>	2,5	2,4	6,0
Открытые склады	1000м <sup>2</sup>	0,9	1,0	0,9
Внутрипостроечные дороги	км	0,1	2,5	0,25
Охранное освещение	км	0,48	1,2	0,576
Прожекторы	шт.	10	0,5	5
ИТОГО:				12.73

Таблица 4.9 – Мощность электросети внутреннего освещения

Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Кол-во	Норма освещенности, кВт	Мощность, кВт
Прорабская	100м <sup>2</sup>	0.54	1,5	0.81
Диспетчерская	100м <sup>2</sup>	0,27	1,5	0,40
Бытовки	100м <sup>2</sup>	0.81	1,5	1,2
Столовая	100м <sup>2</sup>	0,54	1,0	0,81
Медпункт	100м <sup>2</sup>	0,27	1,0	0,30
Душевая	100м <sup>2</sup>	0,16	1,0	0,16
Сушильная	100м <sup>2</sup>	0,21	1,0	0,20
Проходная	100м <sup>2</sup>	0,06	1,0	0,06
Мастерская	100м <sup>2</sup>	0,09	1,0	0,08
ИТОГО:				4.02

Таблица 4.10 – Мощность электросети на производственные нужды

- гусеничный кран ДЭК-251	184 кВт
- Штукатурная станция УШС-6	0,27 кВт
- компрессорная установка СО-263-1	4,0 кВт
- сварочный аппарат переменного тока ТСМ-30	25 кВт
ИТОГО:	213,27

$$P=1.1(0.75*213.27/0.75+1*12.73+0.8*4.02)=252.13 \text{ кВт}$$

Принимаем один трехфазный трансформатор ТМ-320/16.

Таблица 4.11 – Техническая характеристика трехфазного силового трансформатора

Тип	Мощность, кВт	Охлаждение
ТМ 320/6	320	масляное

4.9 Основные указания по технике безопасности ипротивопожарным мероприятиям

1 Организация стройплощадки и производство работ выполняются в строгом соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 «Техника безопасности в строительстве» и с СНиП 21-01-97 (2002) «Пожарная безопасность зданий и сооружений», с соблюдением правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

2 Временное освещение стройплощадки выполняется с соблюдением требований ГОСТ 12.1.046-85.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

3 Складирование конструкций, деталей и материалов проводится в соответствии с требованиями СП 48.13330.2011.

4 Проходы, проезды, подкрановые пути и погрузочно-разгрузочные площадки очищаются от мусора, снега и льда.

5 Производство земляных работ в зоне расположения существующих коммуникаций допускается только при наличии письменного разрешения организаций, ответственных за эксплуатацию этих коммуникаций. Указанное разрешение должно быть получено подрядчиком до начала строительства.

6 Котлованы и траншеи, разрабатываемые на улицах, ограждаются. В темное время суток ограждение должно иметь световые сигналы. В местах перехода улиц установить переходные мостики с ограждением с двух сторон, согласно СП 48.13330.2011.

7 На территории площадки установить огнетушители, бочки с водой и щиты с противопожарным инвентарем. На стройплощадке выделить специальные места для курения, оборудованные противопожарным инвентарем. В ППР определить количество и место установки пожарных гидрантов.

8 Путь в зоне перемещения монтажного крана оградить, вывесить предупреждающие надписи и знаки.

9 Вся территория стройплощадки ограждается временным забором и канатно-стоечным ограждением, указываются проходы и проезды. Опасные зоны оградить, повесить предупреждающие надписи и плакаты согласно ГОСТ 23407-78 (2002) и ГОСТ 12.4 059-78.

10 У въездов на стройплощадку вывесить планы пожарной защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.114-82 с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, въездами, местонахождением водоисточников, средств пожаротушения и связи.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90



– энергосбережение в России.

В настоящее время России в вопросе применения энергосберегающих технологий есть куда развиваться. По мнению специалистов, Россия имеет огромный потенциал, более 40% от всего уровня потребления энергии, повышения энергоэффективности. Российские дома обладают очень низкой энергоэффективностью, потери энергии огромные. По данным Госстроя, в России расход теплоэнергии (отопление, горячая вода) составляет 74 кг условного топлива на кв.м. в год, что в несколько раз выше, чем в Европе. Энергозатраты многих российских предприятий превышают аналогичные показатели в развитых странах примерно в два раза. И хотя в европейских странах энергосберегающие технологии становятся все более популярными, в России им до сих пор не уделяют должного внимания. Одной из основных из причин их медленного распространения считается отсутствие заинтересованности собственников жилья, им не разъясняются в должной мере все способы и средства по модернизации жилища. Самое большее, что сделает рядовой гражданин – это заменит электросчетчики на новые, с дифференциальным тарифицированием. Не проводится достаточной работы государственным аппаратом в стимулировании строительства энергоэффективных зданий. Например, льготы в налогообложении для строительных компаний, занимающихся строительством такого жилья.

#### Регулирование продвижения энергосберегающих технологий

После принятия СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» удастся повысить энергоэффективность строящихся домов, но при недостаточном экономическом стимулировании многие компании продолжают инвестировать средства в строительство зданий с низким уровнем энергосбережения, это дает им возможность экономить за счет снижения затрат на энергоэффективное строительство. Данные строительные нормы и правила устанавливают требования к уровню теплозащиты зданий с целью экономии энергии. При этом должны соблюдаться санитарно-гигиенические нормы микроклимата помещений и оптимальные параметры долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Также в 2009 году Государственной Думой был принят федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», согласно которому все здания, вводимые в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации, должны соответствовать требованиям по энергоэффективности и иметь приборы учета энергоресурсов. В законе определен комплекс мер по реализации возможности экономии за счет энергоэффективных товаров и услуг. Вводится запрет на производство и продажу ламп накаливания в 100 Вт и более, с 2013 года – ламп в 75 Вт, с 2014 года – ламп в 25 Вт. Должны проводиться энергообследования специальными организациями с целью составления мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности. Закон предусматривает долгосрочные методы тарифного регулирования, при котором у компаний коммунального комплекса возникает стимул сокращать затраты на энергоресурсы, повышать энергоэффективность в их использовании. Полученная экономия сохраняется у компании и может быть потрачена на любые цели.

Для предприятий и индивидуальных предпринимателей, внедряющих энергосберегающие технологии, предусмотрен механизм бюджетного субсидирования, предоставления налоговых льгот и возмещение процентов по кредитам на реализацию проектов по внедрению технологий.

Также, помимо вышеназванного закона, правительство РФ утвердило программу «Энергосбережение и повышение энергоэффективности на период до 2020 г.». По программе предусматривается экономия газа в объеме 330 млрд куб. м, электроэнергии – 630 млрд кВт·ч, теплоэнергии – 1550 млн Гкал, нефтепродуктов – 17 млн тонн.

Как видно, правительство страны предпринимает шаги по внедрению энергосберегающих технологий. Дело, как говорится, за малым, чтобы на местах была осуществлена реализация и контроль над реализацией этих программ должным образом.

Внедрение технологий в регионах

Последнее время в некоторых регионах страны внедряют проекты по энергосберегающим технологиям. Например, в Екатеринбурге в 2009 году прошла

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

презентация энергосберегающего оборудования для установки во всех домах района «Академический», а затем во всем городе. «Уральский приборостроительный завод» разработал блочно-модульный тепловой пункт, предназначенный для выравнивания параметров теплоносителя и предохранения от излишнего отопления в холодное время года. Оборудование позволяет сэкономить до 30% энергии и служит 20 лет.

Липецкие муниципальные энергетики посчитали, что с внедрением технологий (в основном за счет освещения улиц и зданий с меньшей токовой нагрузкой и потреблением электроэнергии) удалось сэкономить около 11 млн рублей за год.

В Ярославской области смонтировали когенерационную газопоршневую установку (вырабатывающую одновременно и электрическую, и тепловую энергию). Использование этой установки позволяет снизить стоимость обоих видов энергии почти в два раза. Тем не менее, чтобы добиться снижения энергопотребления на 40%, необходимо установить более сотни таких приборов.

В Нижегородской области были приняты поправки к закону о налоге на имущество предприятий, внедряющих энерго- и ресурсосберегающих технологий. Это должно повысить энергоэффективность производства на 30%.

Во многих регионах в домах вводят современную автоматизированную систему контроля и учета энергоресурсов, устанавливают счетчики дифференцированного тарифа оплаты электричества.

Как один из вариантов сбережения энергоресурсов в мире все больше стараются применять альтернативное топливо, например, биогаз. В Томской области планируют получать горючий биогаз из жидких и твердых отходов животноводческих комплексов. В настоящее время идет установка опытно-промышленной станции по выработке биогаза. В США уже две авиакомпании начали осуществлять перелеты на альтернативном топливе. Самолет, осуществивший перелет 7 ноября 2011 года по маршруту Хьюстон-Чикаго, был заправлен на 40% биотопливом. Подобное использование биотоплива позволяет уменьшить уровень загрязнения атмосферы на 80%, что в свою очередь

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

сокращает расходы компаний на уплату налога за выброс углекислого газа (один из примеров стимуляции энергосбережения).

Внедрение энергосберегающих технологий не обходится в нашей стране без казусов. Как говорится, хотели как лучше, а получилось как всегда. В Тюмени коммунальщики несколько месяцев не могли сделать дом со статусом «энергоэффективный» действительно таковым. Модернизация затянулась, от чего пострадали в первую очередь жильцы. В ходе работ обнаружилось множество проблем: мощности установленного теплоузла оказалось недостаточно для всего дома, энергосберегающие светильники оказались бракованными и не горят, замена труб оставила людей на несколько месяцев без тепла, регулярны перебои с водой. Ускорить ремонт не могут даже многочисленные комиссии. Тем не менее, часть выделенных бюджетных денег уже истрачена, коммунальные службы ждут следующих поступлений. Остается надеяться, что такого рода «внедрения» энергоэффективных технологий останутся единичными.

К сожалению, все эти проекты остаются лишь экспериментальными, затрагиваются отдельные дома или районы. Внедрение технологий до сих пор не приобрело повсеместного массового характера, все делается для отчетности и даже то, что делается – делается «спустя рукава».

#### Меры стимулирования по внедрению и использованию технологий

Судя по опыту зарубежных стран, в вопросе по продвижению технологий необходим комплексный подход, совершенствование действующего законодательства, разработка правовых и технических мер стимулирования, применение экономических и правовых механизмов воздействия на собственников жилья и строительные компании:

Информационные меры воздействия не только призывают к экономному использованию энергии, но и дают конкретные советы по ее экономии, а также описание экономических выгод от энергосберегающих технологий.

Применение энергетическими компаниями льготной тарифной сетки для зданий с низким энергопотреблением.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95





- установку двойных дверей;
- окно в крыше;
- энергоэффективная система климат-контроля;
- теплоотражательная кровля;
- энергоэффективные нагреватели воды.

По одному из вариантов программы, которая предоставляет безлимитную 30%-ую налоговую льготу, владельцы жилья должны закончить работу по усовершенствованию до 2016 года. Программа подразумевает компенсацию стоимости материалов.

Она включает:

- установку тепловых насосов;
- солнечные нагреватели воды;
- фотогальванические энергосистемы.

Опыт энергосбережения в Европе, Японии и Скандинавии

Уже на протяжении многих лет в Европе, странах Скандинавии используют энергосберегающие технологии при строительстве и реконструкции зданий. В этих странах создали необходимые законодательные нормы с учетом экономических интересов собственников жилья и инвесторов. Повышения уровня энергоэффективности добиваются с помощью применения эффективной теплоизоляции, установки теплонасосов, современных оконных рам и дверей, недопускающих утечки теплого воздуха, использования котельных установок с высоким КПД и приборов поквартирного регулирования температуры.

Германии на реконструкцию домов с целью понижения энергопотребления было потрачено более 1,5 млрд евро. Более того, владельцам жилья, желающих провести реконструкцию дома, предоставляются налоговые льготы в размере 20% и банковские кредиты с низкой процентной ставкой. Являясь энергозависимой от поставок энергоносителей другими странами, Германия решает проблему энергетической безопасности путем энергосбережения и стимулирования развития альтернативных видов энергии. Более трети всего объема электроэнергии получают от ветроустановок. Инвесторы получают возможность

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

разместить на крышах зданий солнечные батареи и подавать полученную энергию в городскую сеть. При покупке компьютеров и электроприборов административные учреждения обязаны приобретать энергоэкономные приборы.

В Австрии начало работать предприятие по производству биогаза. Биогаз, вырабатываемый из древесины, по качествам не уступает природному газу, его используют для отопления электростанций, автомобилей, работающих на смешанном топливе. Биогазовые установки способны вырабатывать около 100 куб.м биогаза в час. В настоящее время подобные проекты готовятся в Германии и Швеции.

Во Франции в 2005 году для семей, желающих использовать технологии экономии термической энергии в собственном жилище, ввели в действие программу налоговых льгот. При модернизации жилья им предоставляется кредит, право на возмещение до 50% расходов по установке систем терморегуляции, модернизации отопления и использования альтернативных источников энергии: биотопливо, энергия солнца и ветра.

В Японии энергосберегающая политика получила начало с 1973 года. Предпринимаются меры по снижению энергоемкости домов, усовершенствование конструкций зданий для снижения затрат на отопление и кондиционирование. Большое внимание уделяется обучению граждан в сохранении энергии в быту: частичный отказ от телевизионных пультов, от ночного подогревания воды для экономии времени на приготовление завтрака утром, временное отключение кондиционеров летом. Проведенный опыт на 200 семьях дал экономию энергии в 14,2% от обычного потребления энергии. Особое внимание уделяется развитию гелиоэнергетике. Использование солнечных батарей позволяет значительно снизить расходы на электроэнергию. Установка солнечных батарей на треть оплачивается правительством. Площадь крыши жилого дома в среднем составляет 120 кв.м. Даже, если половина крыши будет покрыта батареями, они дадут 6 тыс. кВт. ч энергии в год. В пересчете на нефтепродукты – это около 558 л нефти.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

В Швеции за последние несколько десятилетий удалось существенно снизить зависимость от ископаемого топлива. В 1970 году 80% энергии вырабатывалось из природного топлива, в 2009 году этот показатель снизился до 37%, а значение биотоплива выросло, в 2009 году из него вырабатывалось 32% энергии. Шведы, как рачительный хозяин, пытаются интегрировать в один процесс все, что поддается интегрированию. Например, мусоросжигательный завод Ходгалена помимо переработки мусора, занимается комбинированной выработкой тепло- и электроэнергии. Одной из шведских особенностей в энергетической сфере является централизованное отопление и охлаждение помещений за счет использования станций тепловых насосов. Сырьем для таких станций является потенциал воды, атмосферы и земли. Например, станция в Стокгольме снабжает теплом 400 000 население города. Здесь продолжает расти число потребителей энергии, вырабатываемой тепловыми насосами, так как они весьма эффективны и снижают вредное воздействие на окружающую среду. На данный момент Швеция насчитывает более 500 000 тепловых насосов.

#### Альтернативное топливо

Сейчас в мире все больше внимания уделяется разработке и производству альтернативного топлива. Одним из видов альтернативного топлива являются топливные пеллеты. Их получают из древесных отходов и отходов сельского хозяйства: кора, опилки, щепа, солома, лузга и т.д. Преимущество такого топлива – большая теплотворность по сравнению с дровами или щепой, увеличивают КПД котельных, это экологически чистое топливо, менее подверженное самовоспламенению. Многие страны заняты производством топливных паллет: в США работает более 60 компаний, производящих около 680 тыс. тонн в год, Китай планирует к 2020 году вырабатывать 50 млн тонн ежегодно, Великобритания за 2010 год произвела около 600 тыс. тонн пеллет. Европейский рынок топливных гранул растет на 20% в год. В России сельскохозяйственные отходы почти невостребованные. Масса накопления соломы составляет за год 80-100 млн тонн, чаще всего эти отходы сжигают либо используют лишь в животноводстве, для подстилки или в качестве прикормки. Тем не менее, по

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

данным статистики, в России наблюдается некоторый рост в области производства топливных пеллет, хотя слабая информированность населения и руководителей предприятий о возможностях пеллет препятствует быстрому росту данной отрасли. Опыт европейских стран показывает, что основным стимулом в развитии альтернативной энергетики является государственная поддержка. В нашей стране рынок биотоплива формируется за счет энтузиазма частных предприятий. Более того, ориентация промышленности на природное топливо, низкие цены на газ и уголь не стимулируют развитие производства пеллет.

Другим вариантом альтернативного топлива можно назвать ДМЭ (диметиловый эфир). Он обладает рядом достоинств: выхлопы дизеля, работающего на ДМЭ в шесть раз меньше стандарта EURO-4, в четыре раз меньше по выбросам твердых частиц и углеводородам, ДМЭ как химическое вещество намного безвреднее дизтоплива и бензина. Сырье для его производства может служить природный газ, уголь, биогаз, древесные отходы. Производство ДМЭ в мире постоянно растет и в настоящий момент составил десятки миллионов тонн. В Швеции и Дании общественный транспорт переведен на ДМЭ.

До Второй мировой войны активно велись разработки синтетического бензина, на котором во время войны летала немецкая авиация. Впоследствии разработки прекратили и вернулись к ним в настоящее время в виду новых экотенденций. Синтетический бензин, произведенный из природного газа, обладает лучшим качеством по сравнению с натуральным, выхлоп двигателя, работающего на синтетическом бензине, безвреднее. Его можно производить через ДМЭ. Специально разработанные катализаторы превращают ДМЭ в синтетический бензин с октановым числом 92.

#### Экологичное жилье. «Пассивные» дома

За рубежом обеспокоенные экологической обстановкой люди все чаще занимаются превращением своего жилья в экологическое: термоизоляция стен, окон, дверей, крыши, установка батарей для использования альтернативных источников энергии. Для этих целей предлагают свои услуги специальные компании, занимающиеся не только заменой устаревшего оборудования, но и

										Лист
										100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	080301.2018.599.ПЗ					

строительством экодомов. В таких домах, например, стараются расположить окна так, чтобы жильцы имели естественное освещение как можно дольше, создаются резервуары для сбора дождевой воды, монтируются современные системы отопления, экономного электроосвещения, системы эффективной сортировки мусора. Все начинания поддерживаются государственными субсидиями.

В нашей стране для изменения системы отопления, водоснабжения нужен ряд разрешений, чтобы собрать которые, надо обегать неимоверное количество инстанций. С установкой в подъездах ламп с датчиками движения жилищные компании тоже не торопятся, есть желание у жильцов установить – устанавливайте за свой счет. Например, на севере, где полярный день тянется несколько месяцев, освещение подъездов все равно не прекращается. А о компенсации по переоборудованию и говорить нечего, все делается за свой счет.

Понятие «пассивный дом» в нашей стране появилось сравнительно недавно. В таком жилище затраты энергии на отопление сводятся к минимуму за счет применения внутренних источников энергии. Отопление должно осуществляться за счет тепла, выделяемого бытовыми приборами, людьми, альтернативными источниками энергии. Концепция «пассивного дома» сводится к использованию приточно-вытяжной вентиляции (тепловых насосов) с употреблением рекуператоров, применяющих тепло выходящего домашнего воздуха для разогрева воздуха, идущего извне; использование природных источников энергии (солнце, ветер) для отопления и горячей воды. Практическим опытом возведения «пассивных домов» обладают европейские страны, в частности Германия. В настоящее время здесь возведено более 4 тыс. домов, отвечающих требованиям энергоэффективного дома.

Высокоэффективная теплоизоляция дома, не только стен, но и потолка, пола, чердака, подвала. Формируется несколько слоев теплоизоляции (внешняя и внутренняя), не позволяющие выпускать тепло и впускать холодный воздух. Теплопотери составляют 15 КВт на кв.м. В обычном здании – 250-300 КВт на кв.м.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

Инновационные оконные системы используют двух- или трехкамерные конструкции, применяется специальная технология примыкания окон к стенам. Самые большие окна направлены на юг, откуда поступает максимальное солнечное излучение, что будет приносить больше тепла, чем терять.

Система рекуперации тепла выходящего из помещения воздуха. Воздух выходит и поступает в дом через специальный воздухопровод. В рекуператоре (теплообменнике) отработанный домашний теплый воздух нагревает поступающий уличный воздух (согретый уже в воздухопроводе от тепла земли) и затем выбрасывается на улицу.

«Пассивные дома» удобны и комфортны для проживания, их возводят из экологических материалов, с тенденцией использования продуктов рециклизации неорганического мусора. В Германии созданы заводы по переработке бетона, стекла, металла в строительные материалы для «пассивных домов». Известно, что при отоплении жилья в атмосферу выбрасывается до 40% углекислого газа, образующегося при сжигании топлива, от всего объема выбросов. Для обогрева домов нового типа применяются в первую очередь альтернативные источники энергии.

Дополнительным средством экономии тепловой энергии являются автоматизированные системы управления техническими устройствами в здании. Такие системы, к примеру, снижают температуру помещения во время отсутствия людей или в ночное время. «Умное» отопительное оборудование позволит контролировать и автоматически регулировать интенсивность отопления в зависимости от температуры на улице.

Сдерживающим фактором строительства «пассивных домов» в России является их относительная дороговизна, они примерно на 8-10% выше стоимости обычных домов. Тем не менее, надо принять во внимание не только стоимость жилья, но и стоимость его дальнейшей эксплуатации. Затраты по эксплуатации «пассивного дома» в разы меньше затрат на обычное жилье, также стоит учесть постоянный рост цен на отопление, горячую воду и электроэнергию. В Москве уже построено несколько зданий с использованием технологий «пассивного

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102





Если перефразировать одного известного литературного героя, разруха вокруг нас не исчезнет, пока не исчезнет разруха в наших головах. Перед проведением в России энергоэффективных проектов стоит сначала поменять отношение и подход к этому вопросу как простых граждан, так и служб ЖКХ, органов власти, усовершенствовать законодательство и не экономить на продвижении новых технологий. Сменить равнодушие на ответственность в первую очередь перед своими потомками. Не проводить мероприятия для «галочки», лишь потому, что это предписано правительством. Стоит помнить о том, что природные энергоресурсы невозобновляемы и небесконечны.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе представлено возведение здания предприятия по ремонту автомобильных кранов. В современном мире широко шагая развивается строительство и строительные технологии, появляется новая строительная техника. Возведение домов как правило не допускает остановку процесса его возведения, но случается так что по каким то причинам из строя выходит рабочий механизм (вследствие не осторожного обращения, пренебрежением какими то характеристиками или в случае банального износа). Поэтому выбранная мной тема является актуальной для современного строительного производства. Цех предназначен для проведения технического ремонта и технических уходов автокранов, тракторов, бульдозеров и другой строительной техники. В процессе работы мной были предусмотрены дополнительные технологии в проектируемом здании, чтоб оно было более востребованным и рентабельным.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. №384-ФЗ от 30.12.2009. г. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
2. ГОСТ 21.508-93. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменением N 2)
4. СП 118.13330.2012\* Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2)
5. СНБ 3.02.03-03. Административные и бытовые здания
6. Справочное пособие к СНиП 31.06-2009. Проектирование предприятий бытового обслуживания.
7. Справочное пособие к СНиП 31.06-2009. Проектирование предприятий общественного питания.
8. СанПин 5781-91. Санитарные правила для предприятий продовольственной торговли.
9. СанПин 42-123-5777-91. Санитарные правила для предприятий общественного питания, включая кондитерские цехи и предприятия, вырабатывающие мягкое мороженое.
10. ВНТП 04-86. Ведомственные нормы технологического проектирования заготовочных предприятий общественного питания по производству полуфабрикатов, кулинарных кондитерских изделий.
11. СП 113.13330.2012 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\* (с Изменением N 1).
12. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
13. СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий.
14. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

15. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2).

16. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*.

17. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменением N 1).

18. Серия 1.011.1-10. Сваи забивные железобетонные. Выпуск 1. Сваи цельного сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой.

19. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*.

20. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

21. ДСТУ 3760-98. Прокат арматурный для железобетонных конструкций.

22. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3).

23. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции.

24. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры

25. СП 59.13330.2012 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 (с Изменением N 1).

26. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменением N 1).

27. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1).

28. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.

29. СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84.

					080301.2018.599.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

