

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт  
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»  
Кафедра «Сварочное производство»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>Расчет и проектирование сварного каркаса здания для гидросооружений производственных</b>

УДК 627.2:692-214:621.791.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Александрова Ю.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Р1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
Р2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
Р3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
Р4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности
Р5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
Р6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
Р7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Р8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
Р9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия
Р10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
Р11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
Р12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и техно-логическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метро- логическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на пред- приятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10А42:

Ю.С. Александрова

Руководитель ВКР:

А.В. Крюков

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»  
 Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:  
 И.о. зав. кафедрой  
Д.П. Ильященко  
 \_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломный проект
------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Александровой Юлии Сергеевне

Тема работы:

Расчет и проектирование сварного каркаса здания для гидросооружений	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25.01.2018 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	Материалы преддипломной практики
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы.</li> <li>2. Объект и методы исследования</li> <li>3. Расчет металлокаркаса</li> <li>4. Проектирование металлокаркаса</li> <li>5. Технология изготовления элементов производства</li> <li>6. Расчет основных элементов производства</li> <li>7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>8. Социальная ответственность</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА 00001.059 ВО Павильон ФЮРА 00001.059 Отметка 5000 ФЮРА 00001.059 Виды 1-1 29-29 ФЮРА 00001.051.040 Балка Б.40 ФЮРА 0001.059 ЛП План участка ФЮРА 00002.059 ЛП Вентиляция
---	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Д.Н.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:**  
Реферат

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	05.02.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Александрова Ю.С.		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017 – 2018 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срока сдачи студентом готовой работы	
--------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2018	Обзор литературы	20
22.03.2018	Объекты и методы исследования	20
17.04.2018	Расчет и аналитика	20
14.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
02.06.2018	Социальная ответственность	20

**Составил преподаватель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Крюков А.В.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2018г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А42	Александровой Ю.С.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

*Вес изделия*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

*1. Расчет стоимости показателя проектных работ*

*2. Среднемесячная выработка*

*3. Расчет стоимости изготовления здания*

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	05.02.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Александрова Ю.С.		



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А42	Александровой Ю.С.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i>	<i>Вредные и опасные производственные факторы, возникающие на участке сборки сварки основания.</i>
<i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
2. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<i>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</i>
3. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<i>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.).</i>
4. <i>Охрана окружающей среды:</i>	<i>Вредные выбросы в атмосферу.</i>
5. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте. Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</i>
6. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<i>Проектирование системы или устройств, улучшающих условия труда.</i>
<b>Перечень графического материала</b>	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и</i>	<i>Система вентиляции участка.</i>

магистров)	
------------	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	05.02.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой БЖД и ФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Александрова Ю.С.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 80 листов, 6 графических материалов, 8 таблиц, 36 рисунков, 2 приложения 33 источников

Ключевые слова: Светопрозрачная кровля, металлокаркас, сварочное оборудование, двутавровая балка, технология изготовления.

Объектом исследования является помещение павильона рыбозаводческой компании, предназначенный для покрытия водных объектов (прудов) и создания комфортного микроклимата для жизнедеятельности рыб и растений обитающих в них.

Целью данной выпускной квалификационной работы является, расчет и проектирования металлокаркаса и осуществить выбор светопрозрачной кровли.

Актуальность данной выпускной квалификационной работы заключается в том, что сейчас стали популярны быстровозводимые здания на основе металлокаркаса, эта технология пользуется огромной популярностью во всем мире и спрос на нее начинает активно расти и в нашей стране. Благодаря обширным архитектурным и дизайнерским возможностям, например светопрозрачная мембранная кровля на основе ETFE пленки, а также экономичности

В процессе работы рассчитан и разработан проект металлокаркаса здания.

## Abstract

The final qualifying work contains 80 sheets, 6 graphic materials, 8 tables, 36 drawings, 2 applications of 33 sources

Key words: translucent roof, metal frame, welding equipment, I-beam, manufacturing technology.

The object of the study is to place a pavilion of a fish processing company, designed to cover water objects (ponds) and create a comfortable microclimate for the life of fish and plants that live in them.

The purpose of this final qualifying work is to calculate and design the metal frame and to implement the choice of translucent roofing.

The urgency of this graduation qualification work is that now quickly became a building on the basis of metal frame, this technology is very popular all over the world and the demand for it is beginning to grow actively in our country. Thanks to extensive architectural and design capabilities, for example a translucent membrane roof based on ETFE film, as well as cost-effectiveness

In the process of work, the metal frame of the building was designed and developed

Оглавление	
Введение	12
1. Объект исследования	13
2. Обзор литературы	14
2.1. Виды и характеристики светопрозрачной кровли	14
2.1.1. Кровля ПВХ	16
2.1.2. Кровля ЕFTE	17
2.1.3. Стеклопакеты	23
2.2. Виды и характеристики несущих конструкций зданий	24
2.2.1. Бескаркасные ангары	24
2.2.2. Каркасные ангары	26
2.2.3. Ангары шатрового типа	29
2.3. Выбор элементов здания	30
3. Объект исследования и аналитика	31
3.1. Объект и методы исследования	31
3.2. Проектирование металлокаркаса	34
3.3. Описание конструкции (элементов металлокаркаса)	38
3.4. Технология изготовления элементов металлокаркаса	40
3.5. Сварная двутаровая балка	45
3.6. Технологический процесс изготовления сварной балки	47
3.7. Автоматический стан для производства сварных двутавровых	48

балок.	
3.8. Расчет основных элементов производства	53
3.9. Результаты проведенного исследования	56
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57
5. Социальная ответственность	61
Заключение	73
Список используемых источников	74
Приложение А Спецификация отправочных марок	
Приложение Б Технологический процесс	
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА 00001.059 ВО Павильон. Общий вид	Формат А1
ФЮРА 00001.059 Отметка 5000	Формат 1260×594
ФЮРА 00001.059 Виды 1-1 29-29	Формат 1260×594
ФЮРА 00001.059.040 Балка Б.40	Формат А1
ФЮРА 0001.059 ЛП План участка	Формат А2
ФЮРА 00002.059ЛП Вентиляция	А3×3

## Введение

В виду того, что в современном строительстве для рабочих цехов и производства требуются дешевые, качественные виды кровли, возникает потребность в выборе кровли для развития производства. Постройка здания должна завершить работу в короткие сроки.

Кровля – это конструкция, состоящая из нескольких слоев. Устанавливается она в самом верху крыши.

Каркас – это несущая конструкция, состоящая из сочетания линейных элементов. Каркас призван выдерживать нагрузки, обеспечивать прочность и устойчивость объекта. [1-2]

Целью данной выпускной квалификационной работы является, расчет и проектирования металлического каркаса здания павильона для покрытия прудов.

## 1 Объект исследования

Объектом исследования является помещение павильона рыбозаводческой компании, предназначенный для покрытия водных объектов (прудов) и создания комфортного микроклимата для жизнедеятельности рыб и растений обитающих в них.

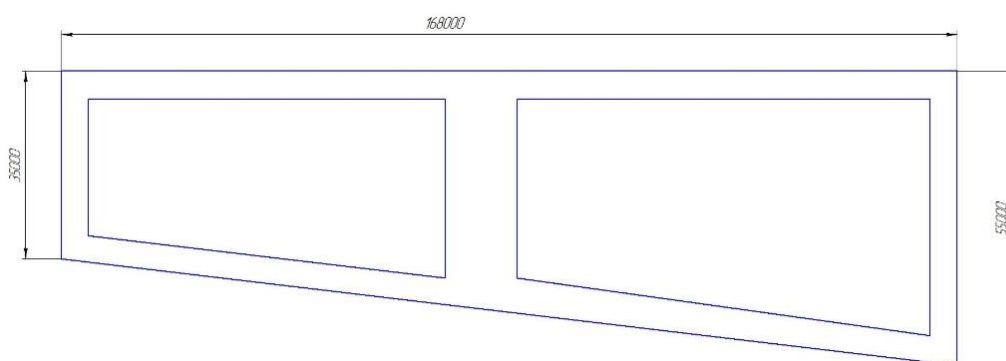


Рисунок 1 Эскиз прудов

В соответствии с назначением к объекту исследования предъявляются следующие требования:

- 1 Каркас на основе металлоконструкций;
- 2 Светопрозрачная кровля
- 3 Экономичность изготовления и эксплуатации.



## 2 Обзор литературы

### 2.1. Виды и характеристики светопрозрачной кровли

Прозрачная крыша – это отличный выбор для зимнего сада, комнаты отдыха, рабочего кабинета, гостиной, а при желании и других помещений [1].

Все материалы, применяющиеся для производства прозрачной кровли, должны отвечать требованиям практичности, герметичности и шумопоглощения. Желательно, чтобы они обладали достаточным пределом прочности. Хорошее покрытие выдерживает не только собственный вес, давление снежных масс, но и нагрузку в процессе ремонта или очистки. Такими характеристиками обладает стекло, пластик, поликарбонат.

Скелетом такой конструкции является металлический каркас. Он должен быть обязательно прочным, чтобы выдержать значительные нагрузки, например, силу ветра или вес снега.

По форме и типу просматриваемые и светопропускающие крыши бывают:

1. купольные;
2. арочные;
3. горизонтальные;
4. одно или двухскатные;
5. многогранные;
6. сферические или полусферические.



Рисунок 2 Прозрачная кровля

Прозрачная крыша экономит деньги на электроэнергию, так как она пропускает много естественного света. Построив панорамную крышу, всегда можно погрузиться в романтические мечты, не вставая с кровати.

Все виды светопрозрачной кровли должны удовлетворять такие требования:

1. герметичность;
2. приятный внешний вид;
3. прочность;
4. долговечность;
5. должна сочетаться с архитектурой здания.

Скелет прозрачной кровли:

Такая кровля более требовательна к характеристикам материалов, чем обычная. Здесь имеет большое значение высокая устойчивость конструкции к несущим нагрузкам, так как основной материал - тонкий.



Рисунок 3 Скелет прозрачной кровли

Надежность всей крыши зависит от качества выбранного профиля для каркаса. Рассмотрим его виды:

1. Стальной. Такой профиль является очень прочным, выдерживает большую площадь остекления. Минусом является его тяжелый вес, поэтому монтировать его без специальных приспособлений и профессионального инструмента не получится. Также стальной профиль подвержен процессу коррозии.

2. Алюминиевый. Металл обладает малым весом, но он достаточно прочный. Профиль из алюминия легко монтировать, он не нагружает несущую конструкцию. Его недостатком является высокая теплопроводность и не такая высокая прочность, как у стальной конструкции.

3. Алюминиево-деревянный. Такой профиль впитал в себя все преимущества алюминиевого и деревянного материала. Он легкий, а также обладает низкой теплопроводностью. Единственный недостаток алюминиево – деревянного профиля – это его непригодность для помещений с повышенным уровнем влажности, так как древесина может начать гнить.[3]

### 2.1.1 Кровля ПВХ

ПВХ мембрана (поливинилхлорид, или термопластичный полимер) – это инновационный гидроизоляционный материал. ПВХ-кровли - это однослойный вид кровли, который изготавливается на основе эластичного поливинилхлорида (PVC-P). Сварка горячим воздухом, которой подвергается мембранная кровля из ПВХ, обеспечивает этому кровельному материалу целостность поверхности и абсолютную герметичность.

ПВХ мембрана является прочным, однородным кровельным покрытием. Основа высокой надежности и долговечности этого материала – три базовых компонента:

1. Верхний слой – гибкий текстурированный ПВХ, характеризующийся высокими защитными свойствами, имеющий противоскользкую поверхность, в состав которого входят стабилизаторы и вещества, обеспечивающие мембранным кровлям стойкость к колебанию температуры и ультрафиолетовому излучению;

2. Армирование полимерной мембраны осуществляется сложноплетеным текстилем из полиэфирных нитей;

3. Нижний слой из ПВХ темно-серого цвета.

Основные достоинства ПВХ мембран:

1. Высокая прочность и эластичность.

2. Малый вес, позволяющий значительно уменьшить нагрузку на основное строение.

3. Однослойность кровельного материала заметно упрощает процесс устройства кровли. При этом подобная легкость в эксплуатации несколько не сказывается на качестве - соединение полотнищ посредством обработки стыков горячим воздухом обеспечивает высокую надежность покрытия.

4. Мембранные покрытия - прекрасный вариант для шероховатых и деформированных поверхностей, поскольку обладают высокой деформационной способностью и прочностью сварного шва.

5. Высокая паропроницаемость исключает возможность застоя конденсатной влаги.

6. ПВХ мембраны отвечают всем противопожарным требованиям

7. Простота укладки позволяет осуществлять ремонтные работы практически в любых погодных условиях.[4]

### 2.1.2 Кровля ETFE

Светопрозрачные конструкции с использованием мембран на основе ETFE-полимера, системы BAUFol. ETFE - полимер одна из наиболее стабильных органических комбинаций, обладающая высокой стойкостью к внешнему воздействию в сочетании с высокой прочностью Система BAUFol на основе специальных «подушек» из ETFE мембраны обеспечивает низкую металлоемкость, легкость конструкций и отличную проницаемость естественного освещения в сочетании с высокой безопасностью, в том числе, и пожарной, отличными теплоизоляционными свойствами, а также снижением

затрат на очистку конструкции, ведь благодаря особенностям материала следы осадков, снега и пыль не задерживаются на поверхности мембраны.[5-6]

Используемой в основе мембран полимер фторопласт-40 – разработка отечественной химической промышленности 1970-х годов. Целью разработки данного полимера являлось получение материала, обладающего повышенной долговременной прочностью при эксплуатации в условиях жёсткой солнечной радиации и повышенной химической активности. В мире так же этот материал получил распространение под названием ETFE. Система адаптирована к сложным природным условиям РФ, и пригодна к использованию в холодных регионах.

Мембрана из полимера обладает пожарной безопасностью по классу Г1, не поддерживает открытый огонь, не течёт при горении. При горении не выделяет вредных веществ. Рабочие температуры от -200С до +150С при кратковременном нагреве до +200С. Потеря прочности при 295С. Минимальная долговечность в условиях атмосферы – 25 лет.

Сегодня на строительном рынке имеются разноцветные и прозрачные панели. Они имеют легкий вес и высокую ударопрочность.

Этот прозрачный материал для кровли придает конструкциям изящность и легкость, а также создает хорошую звукоизоляцию. Основным недостатком сотового поликарбоната является значительный коэффициент теплового расширения.

Для соединения панелей между собой нужно применять специальные соединительные профили из стали, поликарбоната, или алюминия.

Система мембранных светопрозрачных конструкций «Неотекс» применяется для культурных, торговых и офисных центров, спортивных зданий и сооружений[7].

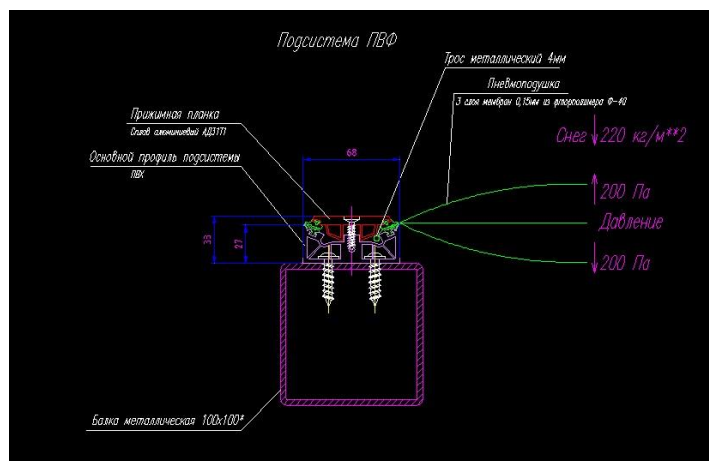


Рисунок 4 Подсистемы ПВФ (Прибор вакуумного фильтрования)

Мембрана из полимера обладает пожарной безопасностью по классу Г1, не поддерживает открытый огонь, не течёт при горении. При горении не выделяет вредных веществ. Рабочие температуры от -200С до +150С при кратковременном нагреве до +200С. Потеря прочности при 295С. На систему получены сертификаты согласно техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (ФЗ №123 от 22.07.2008 г.). Согласно сертификатам, система мембранных конструкций имеет:

- Класс пожарной опасности строительных материалов – КМ1;
- Дымообразующая способность – Д1 (с малой дымообразующей способностью);
- Токсичность продуктов горения – Т1 (малоопасные);
- Группа горючести по ГОСТ 30244 – Г1 (слабогорючие материалы);
- Группа воспламеняемости по ГОСТ 30402 – В1 (трудновоспламеняемые);
- Группа распространения пламени по ГОСТ Р 51032 – РП1 (не распространяющие).

Срок действия сертификатов – 18.02.2021 г.

Факторы, влияющие на использование мембранных светопрозрачных конструкций в строительстве в РФ:

- а) Стоимостной показатель (бюджетность)

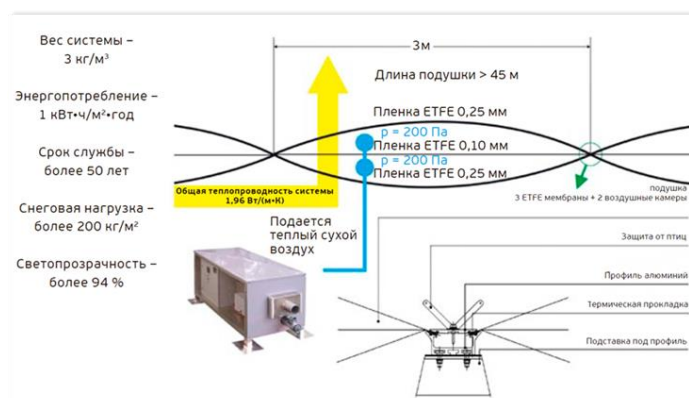


Рисунок 5 Теплопроводность системы

Мембранная система обладает уменьшенным удельным стоимостным показателем по сравнению с традиционными светопрозрачными конструкциями на основе стекла (стеклопакетов). В сложных проектах мембранная система до 30-50% дешевле при однотипных теплотехнических характеристиках. В силу гибкости и упругости мембранное покрытие имеет меньшее требование к основаниям (каркасам крепления), что так же обуславливает проектную экономию (до 50% по сравнению с однотипными каркасами для стекла). Система обладает отличными эксплуатационными характеристиками (т.е. позволяет экономить на эксплуатации), т.к. не требует очистных мероприятий, и срок службы составляет до 50 лет и более.

б) Технические характеристики:

- Важная характеристика – простота системы (по сравнению с однотипными светопрозрачными конструкциями).
- Простота монтажных работ и эксплуатации.
- Устойчивость к природным факторам и долговечность (более 50 лет).
- Высокая ремонтпригодность.

3) Спектральная пропускная способность мембран из фторопласта-40 (ЭФТЭ)

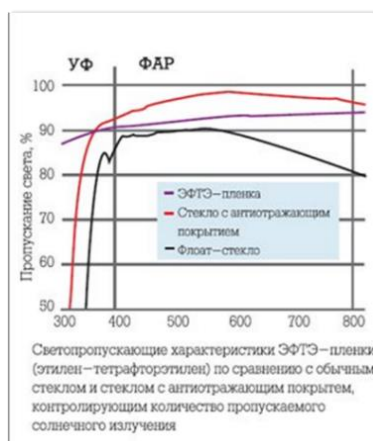


Рисунок 6 Светопропускающие характеристики

EFTE мембрана обладает достаточно высокой проницаемостью для излучений. Особенно для УФ диапазона, важного для культивации растений в защищённой среде.

в) Безопасность мембранных конструкции на основе фторопласта-40 (ЭФТЭ)

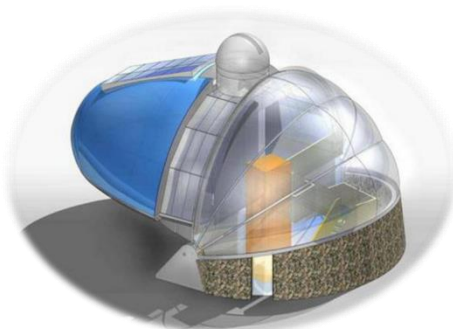


Рисунок 7 Мембранная конструкция

Мембранные системы обладают повышенной безопасностью в эксплуатации благодаря упругости и лёгкости. Так стеклянные панели хрупки, при разрушении склонны выдавать достаточно острые осколки, и обладают достаточной массой для причинения ущерба. Методы борьбы с этими характеристиками стекла (закалка и использование триплекса) достаточно дорогостоящие.

При техногенных катастрофах и пожарах полимер не поддерживает горение, не стекает и не капает.

г) Теплоизолирующие свойства



Мембранная конструкция позволяет экономить на затратах при отоплении и охлаждении зданий и сооружений. Технология Etfе используется при строительстве теплиц[8].

Таблица 1 – Светопроеускаемости и теплопроводности для разных материалов

Материал	Коэффициент светопроеускаания	Коэф. теплопроводности, Вт/м °С
Стекло 6мм	0,95	1,1
Стеклопакет 6-12-6	0,9	0,8
Сотовый поликарбонат 10мм	0,85	0,2
Многослойная мембрана с воздушной полостью под давлением	0,88	0,15

д) Облегчённое поддерживающее основание (или облегчённый каркас)



Рисунок 8 Каркас

Каркас служит основанием для крепления обшивки. Требования – как каркас должен выдерживать ветровые и иные нагрузки. Самые массивные каркасы используются при использовании стекла в роли обшивки (около 30 кг/м.кв.). Мембранные всесезонные системы – лёгкие каркасы (около 10-15 кг/м.кв.). Т.е. использование мембранных конструкций позволяет экономить на материалах при строительстве зданий и сооружений.[9-10]

### 2.1.3 Стеклопакеты

Бывают однокамерные и двухкамерные стеклопакеты. Второй тип является более эффективным по части теплоизоляции, но он имеет больший вес, поэтому требует более прочный каркас[11].

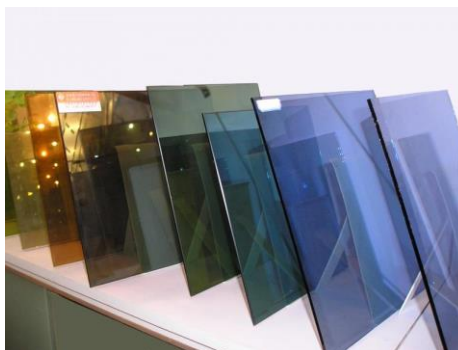


Рисунок 9 Стеклопакеты

Виды стеклопакетов:

1. Поликарбонатные;
2. Полиэфировые стеклопакеты

Все эти материалы обладают одной важной особенностью – они не разлетаются на осколки при разбивании, поэтому являются безопасными.

Поликарбонат часто называют ячеистым или канальным материалом. Такие стеклопакеты используются для навесов, козырьков, крыши зимнего сада, теплицы, оранжереи, в качестве прозрачных перегородок и вертикального остекления. Поликарбонат имеет высокую прочность и небольшой вес. Также он обладает хорошими звукоизоляционными свойствами. Чтобы ячеистые стеклопакеты служили долго, они не должны касаться металлических деталей.

Полиэфировые стеклопакеты изготавливают из стекловолокна и полиэфирных смол. Ими удобно покрывать большие площади, зоны отдыха, навесы и козырьки. Они обладают высокой температуростойкостью и низким коэффициентом термического расширения[12].

## 2.2 Виды и характеристики несущих конструкций зданий

### 2.2.1 Бескаркасные ангары:



Рисунок 10 Бескаркасный ангар

Бескаркасные ангары в последнее время стали пользоваться большой популярностью за счёт невысокой стоимости и коротких сроков монтажа. Его главной технологической особенностью является самонесущая конструкция и полное отсутствие традиционного жесткого каркаса. Арочные ангары также отличаются широким функциональным назначением (склады, промышленные здания, магазины, сельхоз.фермы и т.д.) [13-15].

Арочные ангары производят и собирают непосредственно на территории строительных площадок. Из стали высокого качества производят арки определенной длины и диаметра. Их изготовление осуществляется на специализированном станке. Забортовочным оборудованием арки объединяют в секции по 5 штук. Между элементами образуются герметичные и водонепроницаемые швы.

На заранее смонтированный фундамент краном устанавливают секции, объединяя их и создавая целостную конструкцию.

Существует возможность монтажа арочных ангаров трёх видов:

1. Холодные — смонтированные из единственного слоя металла;
2. Утепленные — с нанесением пенополиуретана изнутри на один слой металла;

3. Теплые — конструкция из 2-х слоев качественного металла, между которыми проложен утеплитель.

На бескаркасные ангары цена напрямую зависит от габаритов сооружения, а также вида утеплителя. Как правило, холодные сооружения обходятся от 2 до 4 тысяч рублей за кв.м. [13]

Преимущества и недостатки:

К преимуществам можно отнести себестоимость и время установки существенно ниже, чем у схожих типовых зданий. Такое сооружение выдерживало колоссальные нагрузки без внутренних опор. Роль стен и кровли бескаркасных зданий играла цинковая листовая сталь, гафрированная специальным образом изогнутая в дугу.

Для дальней самонесущей арки характерны необычайная прочность, герметичность и долговечность. Еще одним из важнейших достоинств является скорость строительства 30 дней ровно столько необходимо, чтобы изготовить и смонтировать холодный склад больше 2 тысячи квадратных метров, включая фундамент и установку ворот. Технологически возведения здания шириной до 30 метров. Благодаря низкой металлоемкости, сооружение монтируется на облегченный фундамент неглубокого залегания, тем самым являясь временным, что не требует долгих согласований и разрешения на строительство. Бескаркасные арочные ангары подходит для любого региона России, с любыми климатическими условиями. Данная технология с успехом используется при экстремальных температурах там, где пасует традиционные методы строительства и использование тяжелой техники не представляется возможным. [13-14]

К недостаткам можно отнести наличие так называемых мертвых зон, что затрудняет использование всей полезной площади по полу при стеллажном хранении. Соблюдая технические условия изготовления монтажа высота сооружения определяется из расчета от 40 до 50% от ширины пролета, что составляет от 7 до 9 метров в коньке при ширине полета 18 метров. Это достаточно большая высота, что приводит к увеличению затрат на отопление

сооружения, если оно необходимо. Для того, чтобы арка была герметичной и самонесущей, при монтаже применяют технологию фальцевания, т.е. глухой закатки специальной фальцовочной машиной, это значительно затрудняет последующую разборку и сборку ангара[15].

### 2.2.2 Каркасные здания[16-19]



Рисунок 11 Каркасное здание

Возведение крупных коммерческих объектов, таких как: торговые центры, крытые автостоянки, склады и ангары – производится в основном по каркасной технологии. Такое строительство, в отличие от бескаркасного, даёт возможность максимально эффективно использовать всё внутреннее пространство помещения. Благодаря наличию большого выбора материалов для внутренней и наружной отделки помещений, каркасная технология позволяет сделать любое здание неповторимым.

Быстровозводимые каркасные здания практически не имеют ограничений в архитектурных решениях, дизайне и используемых материалах. Строительство зданий по каркасной технологии является очень эффективным с позиции денежных затрат и сроков монтажа. Каркасные объекты обходятся несколько дороже, чем сооружения, построенные по бескаркасной технологии, но значительно дешевле, чем здания капитального строительства. Стоимость монтажа каркасного промышленного здания непосредственно зависит от типа выбранной технологии (сборно-разборное, тентовое, панельно-каркасное,

деревянное или металлокаркасное) и может варьироваться от 3500 до 18000 руб./кв.м[16].

Особенности зданий из металлоконструкций:

На сегодняшний день в сфере строительства большую популярность приобрели здания из металлоконструкций. Каркас из металла станет лучшим решением для крупных объектов— коммерческих, промышленных зданий, сельскохозяйственных сооружений, торговых комплексов и прочих сооружений. Тип металлокаркаса здания и вид фундамента зависят напрямую от нагрузок, которые будут возникать в ходе его эксплуатации. А при надлежащем обслуживании металлические здания прослужат как минимум 100 лет.

В целом специальных требований по использованию металлокаркасных зданий нет. Главное — это придерживаться основных функциональных параметров, которые были изначально заложены в проект сооружения.

Для металло-каркасного строительства характерна высокая технологичность и простота выполнения процесса. Металлические элементы каркаса здания не гниют, не портятся и не деформируются. Они отличаются износостойкостью и могут быть удачно совмещены с другими материалами, которые используют в строительных работах. Отсутствие ограничений в дизайне и используемых материалах позволят вписать строение в любую городскую архитектуру. Самым приемлемым вариантом наружной отделки для металлических каркасных зданий и ангаров являются сэндвич-панели заводской сборки. Они позволяют не только сократить сроки строительства, но и снизить затраты на обслуживание и ремонт в ходе всего срока эксплуатации[16].

Преимущества и недостатки:

На рынке строительства ангаров для хранения зерна и плодоовощных культур сложилась серьезная конкуренция между конструкциями с применением металлического каркаса и бескаркасными сооружениями арочного типа. Рассмотрим преимущества и недостатки каждого типа.

Каркасный ангар можно построить любой формы без ограничений, что дает ему большое преимущество. Однако, надо учитывать, что коррозия металла начинается в местах скопления влаги, то есть на соединениях листов железа с каркасом, следовательно рано или поздно ангар будет требовать частичного ремонта. Это не так просто, ведь каркас является несущим и заменить его часть достаточно проблематично. В ходе каркасного строительства сэндвич-панели являются основным материалом для возведения ограждающих конструкций. И это является не самым лучшим решением, так как при регулярной обработке строения нарушается герметичность стыков панелей, которые, в свою очередь, расслаиваясь, способствуют плеснево-грибковому заражению помещения. Это также ухудшает теплоизолирующие свойства панелей. Кроме того, данные конструкции имеют низкую степень ударопрочности, что опять же неблагоприятно влияет на герметичность сооружения и требует замены поврежденной панели. [9]

Сэндвич-профиль крепится к металлокаркасу, после чего в него вставляется утеплитель из минваты, поверх которого крепится гидроветрозащитная мембрана, а снаружи вся конструкция закрывается обшивкой, что ведет к заметному удорожанию конструкции и более длительному времени ее изготовления. Увеличивается общая масса ангара, вследствие чего требуется основательный фундамент. Стоимость такого сооружения также существенно зависит от расходов на транспортировку объемных панелей к месту строительства. Профиль, панели, утеплитель, состоящий на 90% из воздуха – итого к месту строительства в основном приходится отправлять "пустые фуры".

В целях повышения надежности таких конструкций производители рекомендуют специальные полимерные покрытия, обеспечивающие защиту от коррозии и ультрафиолета, а также проведение дезинфекции с использованием реактивов, моющих составов и кварцевых облучателей, что несомненно дает свой положительный эффект, но опять же повышает стоимость строительства и

обслуживания ангара. И еще одно немаловажное обстоятельство - благодаря сборному типу каркас является разборным.

Этот факт часто привлекает заказчиков, однако многолетний опыт эксплуатации данных конструкций подтверждает, что затраты на демонтаж, погрузку, перевозку и сборку на новом месте зачастую сопоставимы со стоимостью нового ангара. [9]

### 2.2.3 Ангары шатрового типа

Каркас представляет собой закрепленные на фундаменте через каждые 5000 мм шатровые арки из легких металлических конструкций. На каркас монтируются в продольном направлении стеновые и кровельные прогоны. Для придания всей конструкции ангара жесткости и возможности противостояния ветровой нагрузке, каркас здания усиливается вертикальными и горизонтальными связями. Для строительства каркасов подобных зданий применяются металлоконструкции, трубы, двутавра и уголка. После возведения каркаса, здание облицовывается снаружи профлистом. Затем, устанавливаются ворота, двери, остекление и доборные детали.

Преимущества и недостатки:

Ангарные постройки в форме шатра в точности повторяют шатровые сооружения, особенно, если смотреть с фасада. Такие конфигурации используют часто для тех нужд и функций, когда необходимо немного дополнительного пространства в помещении. Недостатков практически не существует, кроме одного только – меньшая полезная площадь по сравнению с прямостенными. К достоинствам можно отнести следующие факторы:

1. Легкая чистка крыши от снега;
2. Экономичность постройки по финансовым затратам;
3. Легкость в установке сооружения;



4. Мобильность – его всегда можно демонтировать и перенести в другое место;

5. Усиленные стенки послойной или удвоенной конструкцией с утеплителем.

Светопрозрачная кровля и слегка наклонные стенки позволяют обеспечить дополнительное пространство и естественный свет под куполом крыши внутри ангара. Балки арки обязательно располагаются с шагом в 5 метров. Жесткость конструкции добивается при помощи связей поперечных друг другу балок между собой. Длина таких помещений может быть любой, но не более 60 метров и всегда кратной шагу самих арок. [14]

### 2.3 Выбор элементов здания

На основании проведенного анализа были выбраны для дальнейшего проектирования, следующие элементы:

- 1 Светопрозрачная мембранная кровля на основе ETFE пленки;
- 2 Рамная конструкция металлокаркаса.

### 3 Объект исследования и аналитика

#### 3.1 Объект и методы исследования

Для обеспечения комфортного микроклимата жизнедеятельности рыб и растений обитающих в них, выбрана мембранная светопрозрачная кровля для обеспечения естественного света внутри здания и с точки зрения дизайна радует глаз. Далее осуществляется выбор архитектурной пленки от компании «AIRROOF» пленка NOWOFLON ET 6235-Z для светопрозрачной мембранной кровли

NOWOFLON® ET 6235 Z – базовая марка серии архитектурных пленок на основе фторполимеров. Предназначена для формирования светопрозрачных кровельных и фасадных конструкций любой конфигурации. Материал отличается оптимальным сочетанием физико-механических и эксплуатационных свойств.

Характеристики архитектурной пленки NOWOFLON® ET 6235 Z:



Рисунок 12 Пример 1 – архитектурной пленки для кровли

Минимальный вес. Данное свойство делает пленку NOWOFLON® ET 6235 Z незаменимой при строительстве облегченных крупногабаритных зданий и сооружений. Один квадратный метр материала толщиной 200 мкм весит всего 350 грамм. Плотность пленки – 1,75 г/см<sup>3</sup>.

Высокая прочность и несущая способность. При небольшом весе и минимальной толщине пленка архитектурная отличается хорошими прочностными показателями. В соответствии с DIN EN ISO 527-1 максимальная деформация при растяжении достигает 500%, прочность на растяжение - 50 МПа, сопротивление разрыву по DIN 53363 – 400 Н/мм.

Небольшая толщина. Толщина пленки варьируется от 80 до 400 микрометров – это рекордный показатель для строительных материалов.

Высочайшая светопропускающая способность. Коэффициент пропускания ультрафиолетовых лучей достигает 80%, общая светопрозрачность - 91%, показатель пропускания солнечного тепла – 0,925.



Рисунок 13 Пример 2 – архитектурной пленки для кровли

Эффект самоочистки, низкая адгезия поверхности. Загрязненная влага стекает, не оставляя следов и потеков. Пыль не прилипает, легко удаляется дождем и ветром. Отсутствие необходимости специального ухода существенно снижает объем эксплуатационных затрат.

Пожарная безопасность. В соответствии с DIN EN 13 501-1 продукт относится к категории самозатухающих материалов. Пленка не воспламеняется и не поддерживает горения.

Универсальность. Материал может использоваться для решения различных строительных задач без каких-либо ограничений.

Экономическая выгода. Использование пленочного покрытия NOWOFLON® ET 6235 Z позволяет экономить средства за счет простого и производительного монтажа. Значительная экономия обеспечивается снижением расходов на электрическое освещение, кондиционирование и отопление помещения. Транспортировка легкого пленочного материала также не связана с высокими затратами.

Экологичность. Отходы фторполимеров пригодны к повторной переработке. Вторичный продукт используется для производства новых высококачественных пленок. NOWOFLON® ET 6235 Z – оптимальное решение для эко-строительства.

Устойчивость к атмосферным факторам. Кровля и светопрозрачные фасады не теряют отличных эксплуатационных характеристик при постоянном воздействии осадков, ветровых и снеговых нагрузок, перепадов температур. Технология применима в любых климатических поясах. Ультрафиолетовое излучение не оказывает негативного воздействия на материал. При постоянной эксплуатации под палящим солнцем пленка сохраняет цвет и прозрачность. Диапазон эксплуатационных температур  $-200...+150$  оС. Температура плавления –  $265$  оС[4-8].

Для обеспечения жесткости конструкции на относительно больших пролетах в качестве несущей конструкции был выбран металлокаркас из рамных элементов.

Рамная конструкция ангара состоит из отдельных «арок». Роль арок выполняют сборные несущие рамы, расставленные по длине здания с шагом 2-5м. Между собой рамы соединяются прогонами в плоскости стен и кровли. Прогоны служат обрешеткой для покрытия.

При необходимости утепления ангара рамной конструкции применяются сэндвич панели. Обычно, сэндвич панели навешиваются с внешней стороны рамного каркаса, хотя, в особых случаях, могут навешиваться и внутри, оставляя металлокаркас снаружи здания.

Рамная конструкция ангара тоже достаточно удобна в монтаже. Для соединения деталей каркаса применяется болтовое соединение. Отверстия подготовлены при производстве на заводе металлоконструкций.



Рисунок 14 Рамная конструкция

Преимущества масштабируемых ангаров:

1. Постепенное увеличение полезной площади складов, ангаров, административных зданий
2. Поэтапное формирование инфраструктуры складского комплекса
3. Возможность избежать крупных единовременных инвестиций в строительство[20].

При выполнении работы были использованы ряд программных продуктов:

Tekla structures – для проектирования конструкции и узлов.

Scad Office – для расчета металлокаркаса и оптимизации сечений элементов.

### 3.2 Проектирование металлокаркаса

Компьютерами насыщены проектные подразделения, конструкторские бюро и офисы. Работа конструктора за обычным кульманом, расчеты с помощью логарифмической линейки или оформление отчета на пишущей машинке стали анахронизмом. Предприятия, ведущие разработки без САПР или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными как из-за больших материальных и временных затрат

па проектирование, так и из-за невысокого качества проектов. В результате автоматизация проектирования стала необходимой составной частью производства[20]

В разрабатываемом проекте для проектирования металлоконструкции использовались две программы SCad Office и Tekla Structures.

Проектирование производилось по следующей схеме.

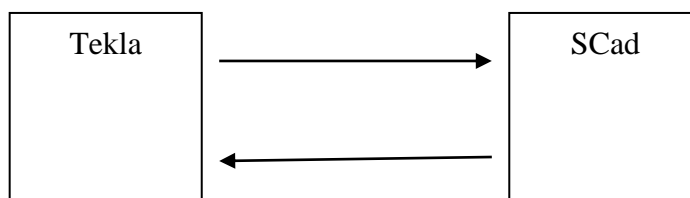


Рисунок 15 Проектирование металлокаркаса

В программе Tekla Structures строился проект металлоконструкции. Далее при помощи внутренних средств программы модель экспортировалась в расчетный комплекс Scad Office. Полученная расчетная модель исследовалась на прочность и устойчивость. По полученным данным напряжений были подобраны сечения элементов. Далее данные были экспортированы обратно в модель программы Tekla Structures для корректировки сечений элементов.

Основной расчет металлоконструкции производился в SCad Office. Ниже приведены исходные и расчетные данные проекта.

На рисунке 16 представлена расчетная схема рамы здания.

Для примера показана рама наибольшего типоразмера пролетом 60 м.

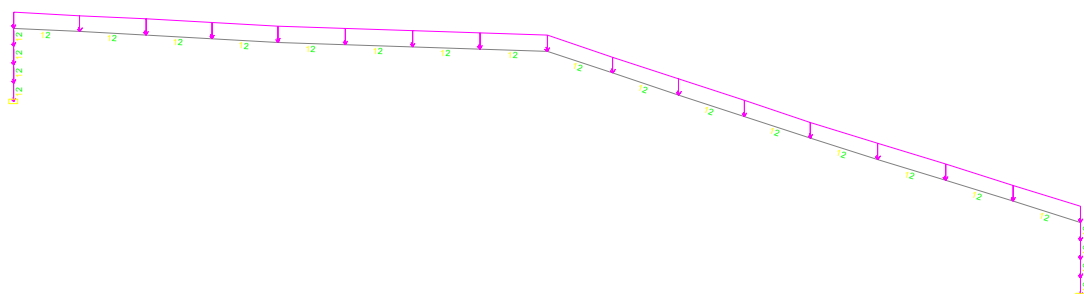


Рисунок 16 Расчетная схема рамы

Так как рамы имеют различный пролет, то и сечения элементов рам будут различны. Для снижения номенклатуры элементов были проведены расчеты для рам с шагом 25 метров, и соответственно выбраны одни сечения на всем промежутке.

Таблица 2 – Координаты и связи

Номер узла	Координаты			Связи					
	X	Y	Z	X	Y	Z	Ux	Uy	Uz
1	0	0	0	#	#	#			
2	60	0	0	#	#	#			
5	30	0	9						
6	14,874	0	6,58						
7	44,812	0	6,63						
17	18,656	0	7,185						
18	22,437	0	7,79						
19	26,219	0	8,395						
20	33,703	0	8,408						
21	37,406	0	7,815						
22	41,109	0	7,223						
26	0	0	4,5						
27	60	0	4,5						
28	3,719	0	5,02						
29	7,437	0	5,54						
30	11,156	0	6,06						
31	56,203	0	5,033						

продолжение таблицы 2

32	52,406	0	5,565						
33	48,609	0	6,098						
34	0	0	1,125						
35	0	0	2,25						
36	0	0	3,375						
37	60	0	3,375						
38	60	0	2,25						
39	60	0	1,125						

Таблица 3 – Загрузки

Номер	Наименование
1	Собственный вес
2	Тех нагрузка
3	Снег равномерно
4	Снег слева
5	Снег справа
6	Ветер

На рисунке 17 показаны расчетные эпюры перемещений

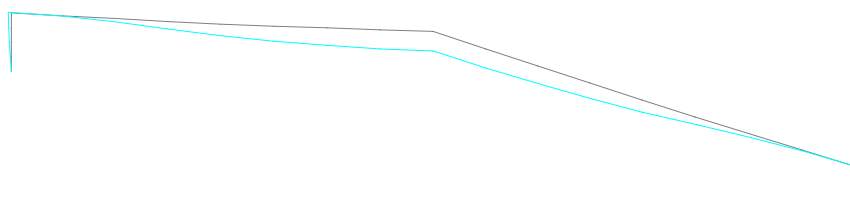


Рисунок 17 Перемещения элементов

Таблица 4 – Максимальные и минимальные усилия

Наименование	Максимальные значения, т				Минимальные значения, т			
	Значение	Элемент	Сечение	Загрузка	Значение	Элемент	Сечение	Загрузка
N	4,589	38	1	6	-61,338	43	1	3
My	255,325	50	3	3	-255,325	38	1	3
Qz	56,739	50	1	3	-56,739	51	1	3

Таблица 5 – Максимальные и минимальные перемещения

Наименование	Максимальные значения, мм			Минимальные значения, мм		
	Значение	Узел	Загрузка	Значение	Узел	Загрузка
X	16,329	32	4	-16,169	29	5
Z	96,18	32	4	-65,17	5	3
UY	2,13	30	3	-2,132	33	3



### 3.3 Описание конструкции (элементов металлокаркаса)

Проектирование узлов выполнялось по полученным данным в сателлите программы Scad Office «Комета 2». На рисунке 18 показано основное окно программы.

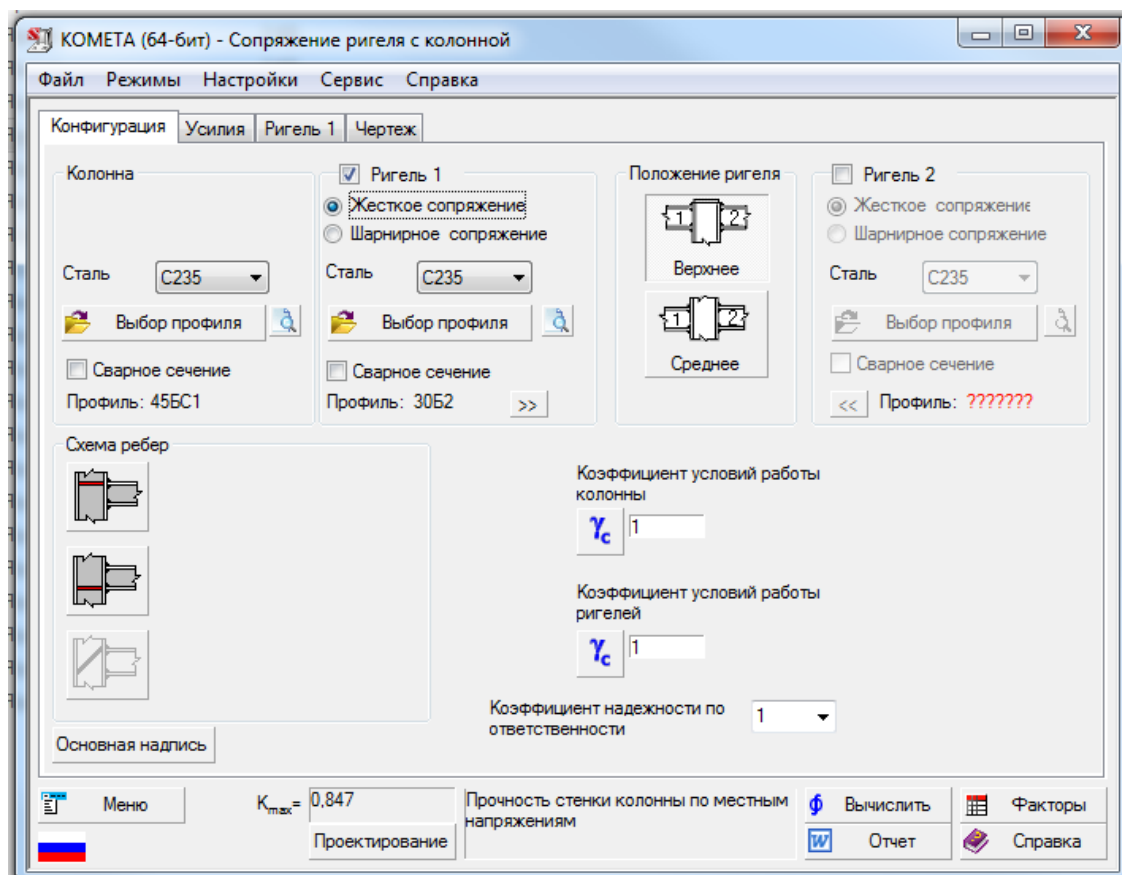


Рисунок 18 Основное окно программы «Комета 2»

На основе значений усилий в стержнях рамы и подобранных сечений элементов проектируются узлы каркаса. На рисунках 19 и 20 показаны окна с расчетными данными и проектными размерами узла.

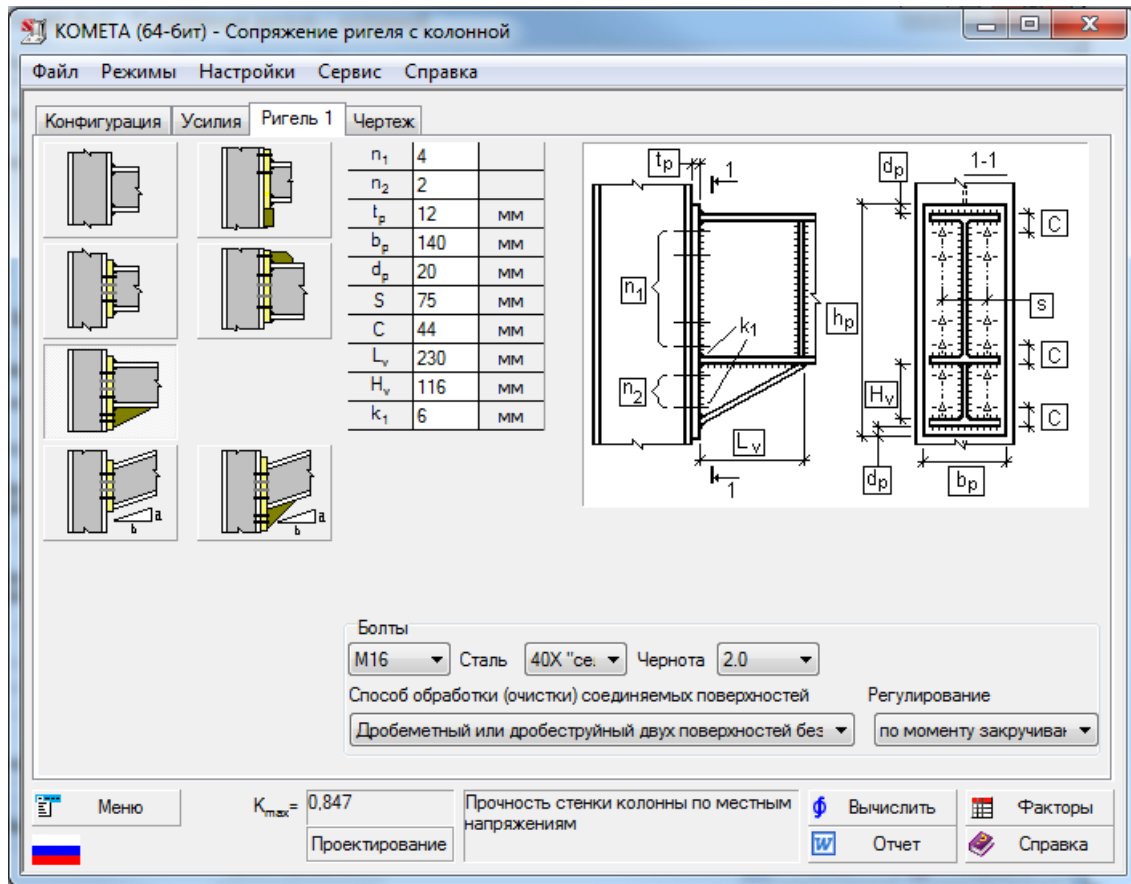
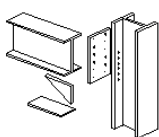
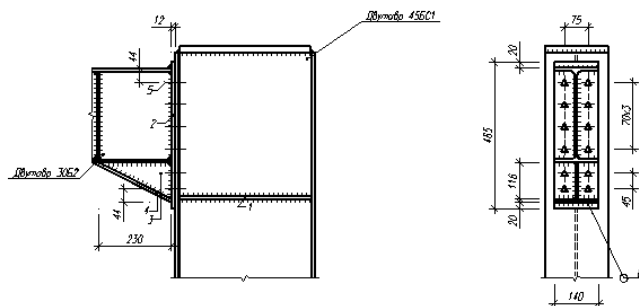


Рисунок 19 Расчетные данные узла металлоконструкции



СПЕЦИФИКАЦИЯ					
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.изм.	Примечание
1		Пластина 420х100х10	2		
2		Пластина 465х140х12	1		
3		Пластина 120х230х6	1		
4		Пластина 270х140х10	1		
5		Болт М16, Сталь 40Х "Семент"	12		

Рисунок 20 Чертеж узла металлоконструкции

## 34 Технология изготовления элементов металлокаркаса

Быстровозводимые здания из металлоконструкций и сэндвич-панелей являются надежными, прочными, многофункциональными и экономичными решениями в области промышленности.

В производстве металлоконструкций быстровозводимого типа выбирается оптимальное конструктивное решение. Все элементы металлоконструкций соединяются между собой на высокопрочных болтовых соединениях М24 и М20. Силовой несущий каркас быстровозводимого здания защищен несколькими слоями грунта и промышленной эмалью. Ограждающие конструкции могут также иметь оцинкованное и полимерное покрытие полиэстер (порошковая краска). Примыкание ограждающих конструкций сэндвич-панелей к металлоконструкциям быстровозводимого здания осуществляется через антиконденсатные уплотнительные ленты и прочные саморезы диаметром 6,3 мм и 5,5 мм. Специально разработанная серия фасонных элементов промышленной серии закрывают стыки и примыкания сэндвич-панелей. Несущий силовой каркас быстровозводимых зданий может быть в наружном исполнении в соответствии с нормами СанПиН (санитарные правила и нормы) для химически агрессивной среды внутри помещений.

Отличительные особенности металлоконструкций несущего каркаса[21,22]



Рисунок 21 Жесткое крепление несущих колонн к ж/бетонным фундаментам через высокопрочные анкерные болты Ø 30 мм.

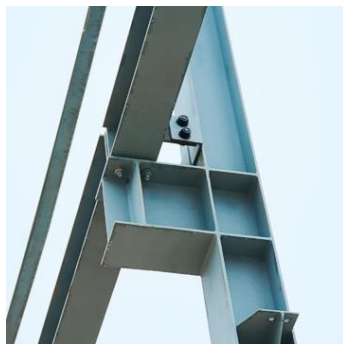


Рисунок 22 Крепление подкрановых путей на высокопрочное болтовое соединение с возможностью демонтажа.



Рисунок 23 Связи по верху несущих колонн усиливают их горизонтальную устойчивость.



Рисунок 24 Жесткое фланцевое соединение металлоконструкций перекрытия на высокопрочных болтах Ø 24 мм.



Рисунок 25 Нижнее болтовое соединение металлоконструкций перекрытия с дополнительными связями, фиксирующими их горизонтальное смещение.



Рисунок 26 Места креплений на верхнем поясе металлических конструкций перекрытия для установки поперечных регулируемых связевых тяжей.



Рисунок 27 Связи для устойчивости подкрановых путей при тормозных инерционных сдвигах.



Рисунок 28 Дополнительные связи по нижнему поясу металлоконструкций перекрытия. Все связевые элементы крепятся через двойное болтовое соединение.



Рисунок 29 Болтовое крепление оконных и воротных прогонов.



Рисунок 30 Связевые блоки на крайних осях металлических конструкций перекрытия.



Рисунок 31 Системы поперечных связующих тяжей для устойчивости прогонов кровли.



Рисунок 32 Скелет здания

Система связей, прогонов и связующих тяжей обеспечивает продольную и поперечную устойчивость несущего металлокаркаса. Все металлоконструкции крепятся между собой через высокопрочные болтовые соединения, что придает жесткость всему каркасу и в тоже время обеспечивает возможность температурных смещений через шарнирные узлы в местах крепления связующих элементов[23,24]

Быстровозводимые здания из металлоконструкций являются идеальным решением обеспечения развивающегося предприятия производственными и складскими помещениями.

Многопрофильное использование. Металлоконструкции позволяют возводить строения на любом ландшафте и в любую погоду с возможностью дальнейшей модификации и увеличения полезной площади.

Экономия в энергообеспечении. Благодаря высоким показателям тепло- и водоизоляции быстровозводимые здания всегда будет сохранять такую температуру, которая вам необходима при минимальном расходе энергии.

Безопасность. Использование пространственной жесткой конструкции каркаса с жесткими и шарнирными узлами примыкания придает особую прочность здания при любых климатических нагрузках. Сэндвич-панели являются жесткой самонесущей конструкцией также придают несущему каркасу дополнительную прочность. Все элементы металлокаркаса работают вместе, что гармонично распределяет внутренние нагрузки в силовых элементах здания.

Мобильность. Комплекты быстровозводимых зданий имеют очень малый транспортный объем и могут с экономно быть доставлены в любой регион России. Самая быстрая окупаемость. Всегда во все времена здания из легких металлических конструкций пользовались особым спросом в силу самой быстрой окупаемости, а также эстетичного внешнего вида, надежности, быстрого монтажа и отличных теплоизолирующих свойств. В таких зданиях всегда светло и сухо, хорошая вентиляция, много полезного объем и, соответственно, удобная логистика и грузоперемещение. При повреждении металлоконструкций или сэндвич-панелей - все легко восстанавливается и заменяется, ведь по сути наши здания - это легко видоизменяемый строительный конструктор [23].

### 3.5 Сварная двутавровая балка

Ни один строительный объект, каким бы ни было его назначение, не обходится без применения балок перекрытия. Ее функция как инженерной конструкции – в успешном перераспределении вертикальных и горизонтальных нагрузок в процессе собственной работы на изгиб.



Двутавровые балки перекрытия представляют собой тип фасонного проката, изготовленного из высококачественной стали. Сталь может быть либо низколегированной, либо углеродистой.

Этот тип сортового проката имеет форму бруса, ориентированного горизонтально и наклонно, то есть, стальная двутавровая конструкция – это прокат определенной формы, изготовленный из профильной стали специального исполнения. Форма определяется его конструктивными особенностями. Чаще всего она похожа на букву «Н». Такая форма усиливает прочность элементов конструкции и придает дополнительную жесткость.

Балка металлическая двутавровая из стали больше известна как элемент перекрытий каркасов промышленных зданий, имеющих большие пролеты. Их используют также при возведении мостов и других подвесных путей, колонн и другого во всех тех местах, где присутствуют повышенные нагрузки и им необходимо противостоять. Они воспринимают нагрузку от вертикального поперечного воздействия, которая одновременно отражается на стенах, колоннах и других опорах [21].

Следует отметить, что в последнее время его нередко стали использовать в оформлении строений как элемент дизайна

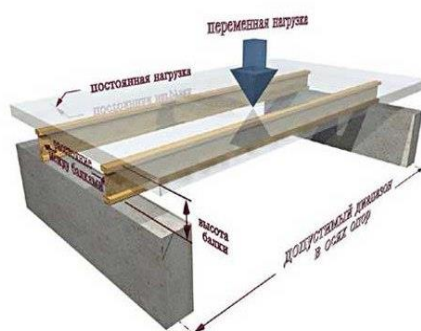


Рисунок 33 Виды нагрузок на балку

При установке двутавра уменьшается масса несущих конструкций, что позволяет сократить затраты на строительство. Двутавры используются так же в тяжелом машиностроении при создании тяжелого оборудования.

Незначительный вес при чрезвычайно высокой жесткости делает их идеальным вариантом для использования в качестве основы под высоконагруженные строения[21].

3.6 Технологический процесс изготовления сварной двутавровой балки:

1. Раскрой листового металла на полосы - штрипс нужной длины и ширины изготавливается на установке термической резки с ЧПУ, которая позволяет распускать лист одновременно несколькими резаками. Скорость резки, в зависимости от толщины металла, доходит до 1 метра в минуту.

2. Фрезеровка торцов - для улучшения провара шва между полкой и стенкой двутавра производится фрезерная обработка торцов на торцефрезерном станке.

3. Сборка балки двутавровой должна быть достаточно точной, особое внимание уделяется симметрии расположения и взаимной перпендикулярности полки и стенки. Сборка на стеллаже с помощью простейших приспособлений является трудоёмкой и может применяться только в единичном производстве. Использование станов для сборки двутавровых балок позволяет повысить производительность сборочных операций в несколько раз. С помощью стана для сборки двутавровых балок Z15, достигается симметрия расположения стенки относительно полок балки, обеспечивается взаимная перпендикулярность полки и стенки балки. Сборка двутавровой балки осуществляется в 2 этапа: сборка профиля Т-образной формы, затем балка кантуется на 180° и собирается двутавр. Эффект использования сборочного стана, обеспечивается быстродействием и надёжностью механизма позиционирования элементов. Закрепление и освобождение элементов балки по всей длине с помощью винтов занимает много времени. Значительно

производительнее и удобнее в работе приспособления, оснащенные гидравлическими прижимными механизмами.

4. Сварка двутавровой балки, осуществляется автоматизированными порталными сварочными установками ЛНА. Приёмы и последовательность наложения швов могут быть различными. Сварка наклонным электродом позволяет одновременно сваривать два шва. Выполнение швов «в лодочку» (на стапелях под углом  $45^\circ$ ) обеспечивает лучшие условия формирования шва и глубины проплавления стенки, за то поворачивать изделие, приходится после сварки каждого шва. Для этого используют позиционеры-кантователи. Основные швы по своим размерам значительно превосходят сборочные швы, поэтому последние полностью переплавляется.

5. Правка полок двутавровой балки Во время производства сварной двутавровой балки непременно возникает нарушение "геометрии" её полок - "грибовидность", которая появляется в результате нагрева металла. Сваренная балка подаётся на стан для правки грибовидности и полок НУЖ 800 и проходит через систему роликов, используя при этом свойства упругости металла[25-26].

3.7 Автоматический стан для производства сварных двутавровых балок.



Рисунок 34 Стан сварки двутавровой балки

Стан сварки двутавровой балки ССВД-1,5 предназначен для изготовления сварных двутавровых и тавровых балок, высотой до 1500мм. Стан одновременно осуществляет следующий ряд операций: предварительную и окончательную сборку балки, сварку, правку сварочных деформаций полок (грибовидности) и выгрузку готовых балок на выходной рольганг. В процессе производства используется программный контроль скорости движения балки и автоматическая регулировка скорости подачи проволоки, тем самым контролируется качество сварного шва. Минимум расхода времени на производство достигается за счет того, что стан одновременно производит все необходимые операции для изготовления готовой балки.



Рисунок 35 Стан сварки двутавровой балки

Основные технические преимущества:

Использование стана сварки двутавровой балки ССВД-1,5 для производства сварной двутавровой балки позволят Вашему предприятию повысить автоматизацию процесса, производительность и качество сварной балки, расширить номенклатуру выпускаемой продукции, сэкономят занимаемую площадь производства, уменьшить количество крановых операций.



Рисунок 36 Стан сварки двутавровой балки

Производительность стана составляет до 120 погонных метров в смену.

Описание узлов установки:

1. Основная станина. Позиционирование заготовки осуществляется гидравлической системой.

2. Пульт управления станом

3. Входной рольганг с механизмами предварительного позиционирования

4. Выходной рольганг с поддерживающими гидравлическими подъемными роликами

5. Маслостанция с системой гидрорукавов (РВД)

6. Гидравлическая система правки полок. Опускание и поднятие правильных роликов происходит с помощью гидравлического цилиндра. Скорость правки равна скорости сварки.

7. Две системы автоматической сварки NA-3S. (пр-во США), с механизмами подачи сварочной проволоки, режимы подбираются в соответствии с технологией сварки.

8. Два сварочных источника питания. LINCOLN Electric DC 1000 (пр-во США);

9. Два комплекта систем рециркуляции и очистки флюса

10. Частотный преобразователь Mitsubishi. (пр-во Япония) для синхронизации скорости двигателей с возможностью плавной регулировки.

Принцип работы:

1. Положить заготовку полки на входной рольганг;

2. Свести нижние прижимы механизма предварительной сборки балки для начального центрирования полки. Затем, немного отпустить прижимные ролики.

3. Установить заготовку стенки балки на полку. Свести верхние прижимные ролики механизма предварительной сборки балки для начального центрирования стенки.

4. Включить главный двигатель на подачу заготовок вперед. Когда заготовки переместятся в систему окончательной сборки, выключить двигатель и произвести точную сборку заготовок с помощью роликов точного позиционирования для полки и стенки.

5. Опустить верхний центральный прижим. Убедиться, что стенка балки расположена строго по центру верхнего прижима. Давление на стенку балки должно быть незначительное, во избежание нарушения геометрии балки. В соответствии с шириной полки заготовки регулируется положение правильных роликов механизма правки грибовидности полки таким образом, чтобы точка касания роликов с полкой находилась » в 40 мм от края полки.

6. Переместить сварочную горелку в положение сварки. Отрегулировать вылет и угол наклона горелок. Настроить сварочный ток и напряжение на дистанционном пульте управления сваркой.

7. При сварке балки возникает временная продольная деформация (“саблевидность”) изделия, поэтому во избежание падения балки при выходе ее из-под верхнего прижима необходимо по ходу балки поднимать поддерживающие гидравлические упоры;

8. При прохождении конца балки зоны сварки поднять верхний прижимающий ролик, развести сварочные горелки, при выходе балки из механизма правки полок выключить основной двигатель, опустить поддерживающие гидравлические упоры.

9. Положить следующую заготовку полки на входной рольганг, поднять гидравлический упор для торцовки балки. Свести нижние прижимы

механизма предварительной сборки балки для начального центрирования полки. Затем немного отпустить прижимные ролики.

10. Установить Т-образную заготовку на полку. Свести верхние прижимные ролики механизма предварительной сборки балки для начального центрирования заготовки. Выровнить торец балки.

11. Повторить ранее описанные манипуляции для изготовления Т-образной заготовки[26].

Таблица 6 - Технические характеристики ССВД

Параметр	Значение
Высота стенки балки	200-1500 мм
Длина балки	4000-15000 мм
Ширина полки балки	200-800 мм
Толщина стенки балки	6-30 мм
Толщина полки балки	8-40 мм
Рабочая скорость сварки	200-1000 мм/мин
Сварочное оборудование	Две системы автоматической сварки NA-3S, два сварочных источника питания Lincoln DC-1000

продолжение таблицы 6

Максимальная глубина проплавления	14 мм
Давление в гидросистеме	До 10 МПа
Угол регулировки сварочной головки	45±12.5°
Тип привода рольгангов	Цепная передача
Потребляемая мощность без учета сварочного оборудования	20 кВт
Потребляемая мощность сварочного оборудования	2 x 50 кВт
Общая потребляемая мощность	120 кВт
Габаритные размеры	25000 x 3600 x 4557 мм
Вес стана	18,5 т

### 3.8 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие[27].

$$n_p = \frac{T_t}{\Phi_d} \quad (1)$$

где,  $T_t$  – время необходимое для выполнения годовой продукции, ч;

$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени.



$$T_t = N * T \quad (2)$$

где, T – длительность одной операции, ч:

N – годовая программа выпуска продукции, шт.

Операция 005

T=13,03 т.к 3.23 минуты нужно на закрепление деталей на мостовом кране и переносе их к столу для сварки 9.40 минуты на установку деталей и прихватку.

N= 2000 шт

$$T_t = 2000 * \frac{13,03}{60} = 431 \text{ ч}$$

$\Phi_n$  – номинальный фонд рабочего времени при работе в одну смену равен 1987 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени.

$$\Phi_d = \Phi_n - 5\% = 1877.6 \text{ ч} \quad (3)$$

$$n_p = \frac{431}{1877.6} = 0.23 ,$$

Округлим  $n_p$  до большего значения и получим  $n_p = 1$

Найдем коэффициент загрузки оборудования

$$K_z = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0.23}{1} = 0.23 \quad (4)$$

Операции 010

T= т.к 43.18 минуты на сварку под флюсом и 19.23 минуты на установку. 3.32 на поворот балки.

N= 2000 шт

$$T_t = 2000 * \frac{43.18}{60} = 2191 \text{ ч}$$

$$\Phi_d = 1877.6 \text{ ч}$$

$$n_p = \frac{2191}{1877.6} = 1,17,$$

Округлим  $n_p$  до большего значения и получим  $n_p = 2$

Найдем коэффициент загрузки оборудования

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{1.17}{2} = 0.585$$

Операции 015

$T=4,13$  т.к 4,13 минуты на перемещение балки на склад готовой продукции

$N= 2000$  шт

$$T_t = 2000 * \frac{4,13}{60} = 137,6 \text{ ч}$$

$$\Phi_d = 1877.6 \text{ ч}$$

$$n_p = \frac{137,6}{1877.6} = 0.073,$$

Округлим  $n_p$  до большего значения и получим  $n_p = 0,1$ ,

Найдем коэффициент загруженности оборудования

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0.073}{0,1} = 0.733 \quad (4)$$

Определение состава числа рабочих:

Определим общее время необходимое для выполнение годовой продукции  $\sum T_t = 431 + 2191 + 137,6 = 2759 \text{ ч}$

$\Phi_n$  – номинальный фонд рабочего времени при работе в одну смену равен 1987 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени.

$$\Phi_d = \Phi_n - 12\% = 1733.6 \text{ ч}$$

$$P_{ЯВ} = \frac{\sum T_t}{\Phi_d} = 1,39 \quad (5)$$

Примерное число рабочих  $P_{ЯВ} = 2$

Определим количество рабочих списочных

$$P_{СП} = \frac{\sum T_t}{\Phi_d} = 1.59 \quad (6)$$

Примерное число рабочих  $P_{СП} = 2$

Таким образом для работы нам требуется два рабочих

### 3.9. Результаты проведенного исследования

На основании проведенного исследования в данной выпускной квалификационной работе, были выбраны для дальнейшего проектирования следующие элементы:

1. Светопрозрачная мембранная кровля на основе ETFE пленки
2. Рамная конструкция на основе металлокаркаса

#### 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

##### 4.1 Расчет стоимостного показателя проектных работ на основании трудозатрат проектировщиков

В случае если стоимостной показатель проектных работ, используемый при расчете цены проектных работ в составе сметного норматива, не представляется возможным определить в зависимости от стоимости строительства, либо такая зависимость не установлена, стоимостной показатель проектных работ определяется расчетно – аналитическим методом на основании трудозатрат проектировщиков по фактически выполненным проектам[28,29].

В основу расчета по данному методу положены данные о трудоемкости выполнения проектных работ исполнителями и данные о нормативной величине заработной плате непосредственных исполнители и ее доле в себестоимости проектных работ.

Расчет стоимостного показателя проектных работ на основании трудозатрат проектировщиков по фактически выполненным проектам осуществляется в следующей последовательности:

- Составление таблицы технологического процесса выполнения проектных работ по объекту при различных значения натурального показателя;
- Определение величины трудоемкости проектирования объекта при различных значениях натурального показателя
- Расчет коэффициента, учитывающего степень участия исполнителей-проектировщиков различной квалификации в разработке документации;
- Расчет стоимостных показателей проектных работ по объекту при различных значениях натурального показателя

- Определение границ интервалов изменения натуральных показателей;
- Определение стоимости показателей проектных работ для границ интервалов натуральных показателей;
- Расчет параметров цены проектных работ («а» и «в»).

Расчет стоимостного показателя проектных работ на основании трудозатрат проектировщиков осуществляется по следующей формуле:

$$C_{\text{пр}} = V_{\text{ср}} \times T_{\text{п}} \times Ч_{\text{п}} \times K_{\text{кв(уч)}}, \quad (7)$$

$$C_{\text{пр}} = 55000 \times 30 \times 2 \times 0,8125 = 2,6 \text{ млн рублей}$$

где  $C_{\text{пр}}$  – стоимостной показатель проектных работ;

$V_{\text{ср}}$  – средняя выработка;

$T_{\text{п}}$  – плановая продолжительность выполненных работ;

$Ч_{\text{п}}$  – численность непосредственных исполнителей-проектировщиков;

$K_{\text{кв(уч)}}$  – коэффициент, учитывающий степень участия исполнителей-проектировщиков различной квалификации в разработке документации.

Среднемесячная выработка  $V_{\text{ср}}$  рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{ср}} = \frac{ЗП_{\text{ср}} \times (1+P)}{K_3}, \quad (8)$$

$$V_{\text{ср}} = \frac{20000 \times (1+0,1)}{0,4} = 55000 \text{ руб}$$

где  $ЗП_{\text{ср}}$  – среднемесячная заработная плата (принимается по данным Росстата о среднемесячной номинальной начисленной заработной плате работников организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, по видам экономической деятельности в Российской Федерации, для деятельности в области архитектуры и инженерно-технического проектирования (код ОКВЭД 74.2) на 1 января год разработки норматива;

$P$  – уровень рентабельности (принимается  $P=10\%$ )

$K_3$  – коэффициент, учитывающий долю зарплаты в себестоимости ( $K_3$  принимается 0,4)

Коэффициент, учитывающий степень участия исполнителей-проектировщиков различной квалификации в разработке документации ( $K_{кв(уч)}$ ), рассчитывается по формуле:

$$K_{кв(уч)} = \frac{\sum_{n=i}^n (\frac{T_{\phi i}}{T_{\Pi}} \times Ч_i \times I_i)}{Ч_{\Pi}} \quad (9)$$

$$K_{кв(уч)} = \frac{(0,5 \times 1 \times 1,7) + (0,5 \times 1 \times 1,5)}{2} = 0,8125$$

где  $I_i$  – индекс квалификации непосредственных исполнителей – проектировщиков (принимается по таблице 6.1);

$Ч_i$  – численность исполнителей-проектировщиков одинаковой квалификации;

$T_{\phi i}$  – фактическое время работы исполнителей-проектировщиков одинаковой квалификации.

Таблица 7 – Индексы квалификации непосредственных исполнителей-проектировщиков

№	Наименование должностей	Индекс квалификации непосредственных исполнителей
1.	Руководитель группы, заведующей группой	1,75
2.	Научный сотрудник	1,5

Стоимостной показатель проектных работ определяется для различных значений натурального показателя по объекту или отдельной работе, для которой в составе сметного норматива выполняется расчет цены проектных работ

При необходимости установления в составе сметного норматива корректирующего коэффициента к цене проектных работ, учитывающего усложняющий или упрощенный фактор проектирования, следует определить стоимостной показатель проектных работ на основании трудозатрат проектировщиков в соответствии с выше указанной методике при наличии и при отсутствии такого фактора. При этом соотношение рассчитанных таким

образом стоимостных показателей будет определять значение корректирующего коэффициента. [4]

#### 4.2 Расчет стоимости изготовления здания

Расчет стоимости сводим в таблицу 7

Таблица 8 – стоимости изготовления здания[30].

Показатель	Вес, т	Стоимость 1т, руб.	Стоимость, руб.
Листовой металлопрокат	68,952	47490	3276810
Монтаж листового металлопроката	68,952	13500	930852
Прогоны	15	56210	899360
Монтаж прогона	15	12000	180000
Итого:			5287022

Вывод: В ходе выполнения данной дипломной квалификационной работе был произведен расчет изготовления проекта, среднемесячной выработки и расчет стоимости изготовления здания.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места

На разрабатываемом участке будет производиться общая сборка и сварка двутавровых балок для сборки металлоконструкции. При изготовлении балки, осуществляются следующие операции: сборка и автоматическая под флюсом сварка и сборка ребер жесткости.

При изготовлении основания на участке используется следующее оборудование:

- Lincoln Electric DC 1000[26].
- Стан сварки двутавровой балки ССВД-1,5[26].
- Плита сборочная
- ВДУ-506С в комплекте с GLUJ508C[31].

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Двутавровые балки выполняют несущую функцию и справляются с поставленными задачами даже при возведении тяжелых объектов промышленного назначения

Масса балки составляет 408,5 кг.

В качестве материала для данной балки, была выбрана марка стали С245(Ст3пс5). Сварка производится с помощью проволоки Св-08А, диаметром 3,2мм

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также восьмью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.



Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 582 \text{ м}^2$ .

## 5.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;

- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общитребования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

### 5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производств

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а

также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до  $180 \text{ мг/м}^3$  пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов, а также  $\text{CO}_2$  до  $0,5 \div 0,6$  процентов;  $\text{CO}$  до  $160 \text{ мг/м}^3$ ; окислов азота до  $8,0 \text{ мг/м}^3$ ; озона до  $0,36 \text{ мг/м}^3$ ; оксидов железа  $7,48 \text{ г/кг}$  расходуемого материала; оксида хрома  $0,02 \text{ г/кг}$  расходуемого материала.

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью—более 90% частиц, скорость витания частиц  $< 0,1 \text{ м/с}$ .

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

На участке сборки и сварки изготовления основания применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом — зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть  $0,2 \div 0,5$  метров в секунду.

Определим необходимый объём воздуха  $L$ , удаляемый от местных отсосов по формуле[32]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (5.1)$$

где  $F$  — суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей,  $\text{м}^2$ ;

$$V - \text{ скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с; } V = 0,5 \text{ м/с. } L \\ = 3600 \cdot 0,08 \cdot 0,5 = 144 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет  $L = 144 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK-2700/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0.55 кВт.

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- Lincoln Electric DC 1000
- Стан сварки двутавровой балки ССВД-1,5
- ВДУ-506С в комплекте с GLUJ508С
- вентиляция;

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы[33].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания с резиновыми амортизаторами для агрегатов с эластичной муфтой к вентиляторам, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения с обшивкой двумя слоями гипс волокнистых листов с каждой стороны.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые наушники.

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250 ккал/ч) [33].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

#### 5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 28 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 7 светильника.

## 5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь в близи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять  $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ .

### 2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра

выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключая попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 8

Таблица 9 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.



### 3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

Электробезопасность. На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 12,5 метра и диаметром 40 мм. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров.

#### 5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой). Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м<sup>2</sup>.;

- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация основания на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

## 5.5 Охрана окружающей среды

### 1. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [33].

### 2. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки основания предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для

мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [33].

## 5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

## 5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с. Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе изложены данные о строительстве по каркасной технологии. Каркасная технология дает возможность эффективно использовать все внутреннее пространство помещения. Здания, построенные по данной технологии, являются неповторимым и уникальным; не имеют ограничений в архитектурных решениях, дизайне и используемых материалах. Материалы, затрачиваемые на данное сооружение имеют ряд положительных качеств:

1. Современность
2. высокое качество;
3. прочность
4. уникальность
5. легкость в эксплуатации;
6. мобильность.

Так же в состав основных материалов для постройки здания входят:

Пленка для мембранной светопрозрачной кровли NOWOFLON® ET 6235 Z, которая будет радовать глаз и дарить естественное освещение и двутавровая сварная балка для рамного каркаса.

Список используемых источников:

1. Руководство по устройству крыш. В.И. Назарова » Современная крыша и кровля » Рипол Классик, 2013 год, 64 стр;
2. Кровля и крыша – назначения и виды [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.megamaster.biz/architecture/krovlya-i-krysha-naznachenie-i-vidy/> – Загл. с экрана;
3. Кровельное решение архитектуре [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://poisk-ru.ru/s36501t6.html> – Загл. с экрана;
4. ПВХ мембрана [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://www.tn.ru/library/poleznaja\\_informacija/pvh\\_membrana/](http://www.tn.ru/library/poleznaja_informacija/pvh_membrana/) – Загл. с экрана;
5. ETFE: прозрачный, гибкий, прочный [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://zvt.abok.ru/articles/111/ETFE\\_prozrachnii\\_gibkii\\_prochnii](http://zvt.abok.ru/articles/111/ETFE_prozrachnii_gibkii_prochnii) – Загл. с экрана;
6. Примеры применения ETFE-мембран в архитектуре [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.planetaneptuna.ru/etfe/> – Загл. с экрана;
7. Мембранные конструкции «Неотекс» [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://rosvit.ru/fasady-krovli-i-zimnie-sady/novye-texnologii/> – Загл. с экрана;
8. Проектирование и монтаж светопрозрачных кровель ETFE мембран [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://airroof.ru/architecture/nowoflon-et-6235-z> – Загл. с экрана;
9. Примеры реализованных каркасных зданий [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://novokuznetsk.tsk38.ru/karkasnye-zdaniya/> – Загл. с экрана;
10. Концептуальный каркас [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://gtmarket.ru/concepts/7133> – Загл. с экрана;
11. Архитектура, строительство и кадастры на дальнем востоке [Электронный ресурс] – режим доступа:

[https://knastu.ru/media/files/page\\_files/education/fcs/SBORNIK\\_\(pravlenny\).pdf](https://knastu.ru/media/files/page_files/education/fcs/SBORNIK_(pravlenny).pdf) –

Загл.с экрана;

12. Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями. Теоретические основы проектирования светопрозрачных конструкций архитектуры [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/12248> –

Загл.с экрана;

13. Быстровозводимые здания из легких металлических панелей [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://panel.ru/production/buildings/> –

Загл.с экрана;

14. Ангары шатрового типа [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://zokl.ru/angary-shatrovogo-tipa/> – Загл.с экрана;

15. Бескаркасные ангараы [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://avrial.ru/beskarkasnye-angary> – Загл.с экрана;

16. Стальные конструкции в архитектуре [Электронный ресурс] – режим доступа:

[https://www.uscc.ua/files/14/stalniye%20konstruktsii\\_v\\_arkhitekture\\_2014.pdf](https://www.uscc.ua/files/14/stalniye%20konstruktsii_v_arkhitekture_2014.pdf) –

Загл.с экрана;

17. Рамные металлоконструкции [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://m-splav.ru/glavnaya-izgotovlenie/ramnye-metallokonstruktsii/> –

Загл.с экрана;

18. Изготовление металлоконструкции металлоконструкции [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://svarkasibiri.ru/services-rates/izgotovlenie-metallokonstrukciy/> – Загл.с экрана;

19. Строительство коммерческой недвижимости [Электронный ресурс] – режим доступа: [https://lnadzor.ru/upravlenie-proektami/stroitelstvo-](https://lnadzor.ru/upravlenie-proektami/stroitelstvo-kommercheskix-obektovtorgovyx-centrov-gostinic-sport-kompleksov/)

[kommercheskix-obektovtorgovyx-centrov-gostinic-sport-kompleksov/](https://lnadzor.ru/upravlenie-proektami/stroitelstvo-kommercheskix-obektovtorgovyx-centrov-gostinic-sport-kompleksov/) – Загл.с экрана;

20. Системы автоматизированного проекта [Электронный ресурс] – режим доступа: [https://rk6.bmstu.ru/electronic\\_book/oap/CAD.PDF](https://rk6.bmstu.ru/electronic_book/oap/CAD.PDF) – Загл.с

экрана;

21. Двутавровые балки перекрытия: особенности конструкции из металла [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://stylekrov.ru/dvutavrovye-balki-perekrytiya-osobennosti-konstrukcii-iz-metalla.html#h2\\_1](http://stylekrov.ru/dvutavrovye-balki-perekrytiya-osobennosti-konstrukcii-iz-metalla.html#h2_1) – Загл.с экрана;
22. Описание конструктивных характеристик [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://interstroyexpert.ru/obsledovanie-s-celju-opredelenija-kapitalnosti.htm> – Загл.с экрана;
23. С. И. Вайдман, Л. Ф. Теверовский, Д. В. Яковлев. Строительные конструкции.— Ленинград: Издательство литературы по строительству, 1970.— 344с;
24. Сварочные работы в промышленности и строительстве [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://metallischekiy-portal.ru/articles/svarka/dugovaa\\_svarka/sovr\\_appar/svarochnie\\_raboti\\_v\\_promishlennosti\\_i\\_stroitelstve](http://metallischekiy-portal.ru/articles/svarka/dugovaa_svarka/sovr_appar/svarochnie_raboti_v_promishlennosti_i_stroitelstve) – Загл. с экрана;
25. Описание конструкции сварного узла с анализом его технологичности [Электронный ресурс] – режим доступа: [http://studbooks.net/609533/tovarovedenie/opisanie\\_konstruktsii\\_svarnogo\\_uzla\\_analizom\\_tehnologichnosti](http://studbooks.net/609533/tovarovedenie/opisanie_konstruktsii_svarnogo_uzla_analizom_tehnologichnosti) – Загл.с экрана;
26. Автоматический стан для производства сварных двутавровых балок балками [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://росстанкомаш.рф/catalog/avtomaticheskij-stand-dlya-proizvodstva-svarnyh-dvutavrovyyh-balok> – Загл.с экрана;
27. А.И. Красовский Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов.- Машиностроение, 1980.- 319 с.;
28. Методика разработки сметных нормативов на работы по подготовке проектной документации 07.12.2017. с. 34.—37;
29. Справочник базовых цен на проектные работы в строительстве. СБЦП 81 – 2001 – 05. Нормативы подготовки технической документации для капитального ремонта зданий и сооружений жилищно –гражданского назначения. Москва 2012. с.105-121;

30. Цены на сварочные работы металлоконструкции [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://svarkasibiri.ru/services-rates/ceny-na-svarochnye-raboty/> – Загл.с экрана;

31. Сварочный выпрямитель ВДУ 506 панелей [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://samsvar.ru/stati/svarochnyj-vypryamitel-vdu-506.html> – Загл.с экрана;

32. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. – Юрга: Изд-во филиала ТПУ, 2002. – 96с.;

33. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 3-е. исправленное и дополненное / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф., Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М: Высшая школа, 2001. –485с.;