

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки стропильной фермы

УДК 621.757:621.791:692.48

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В31	Ханьжин Роман Вавилович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Дегтерев А.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Спицын В.В.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Хайдарова А.А.	к.т.н., доцент		

Томск – 2018 г.

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

Школа Неразрушающего контроля и безопасности.
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Отделение ООП Электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____
(Дата) Хайдарова А.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В31	Ханьжин Роман Вавилович

Тема работы:

Технология сборки и сварки стропильной фермы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.04.2018, № 2345/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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) влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.</i></p>	<p>Цель работы - разработать технологию сборки и сварки полигональных стропильных ферм и предложить план расстановки оборудования в производственном цеху.</p>
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(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; заключение по работе).

- 1 Литературный обзор должен быть посвящен общим характеристикам стропильных ферм их классификации и особенностям изготовления
- 2 В практической части работы необходимо дать краткую характеристику планируемой к изготовлению конструкции
- 3 Определить перечень операций необходимых для производственного цикла
- 4 Осуществить обоснованный выбор способа сварки, сварочного оборудования и материалов
- 5 Выбрать приспособление облегчающее сборку
- 6 Определить этапы, объемы и методы контроля качества изготавливаемой конструкции
- 7 Предложить план расстановки оборудования в производственном цеху
- 8 Рассмотреть требования к организации сварочного производства
- 9 Выполнить анализ конкурентоспособности и ресурсоэффективности разработанной технологии
- 10 Провести анализ опасных и вредных факторов которые возникают при внедрении технологии в производство
- 11 Сделать выводы

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Отправочная марка стропильной фермы (ФЮРА 612.009.ВО) 2 Приспособление для сборки и сварки стропильных ферм (ФЮРА 613.009.ВО) 3 Сборочно-сварочный цех (ФЮРА 614.009.ВО) 4 ПТД (производственные карты и комплект технологической документации ФЮРА 02190.009) 5 Демонстрационные листы: <ul style="list-style-type: none"> - цели и задачи - сборочный элемент - план размещения оборудования - конструктивные элементы кромок свариваемых деталей - способ изготовления - приспособление для сборки и сварки стропильных ферм - конструктивные элементы сварных швов - химический состав сварочных материалов - параметры режима сварки - сварочное оборудование - технологические карты - маршрутная карты технологического процесса изготовления трехстержневого узла стропильной фермы - экономическая часть - выводы
---	---

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

Раздел	Консультант
Основная часть	Дегтерев Александр Сергеевич
Ресурсоэффективность и финансовый менеджмент	Спицын Владислав Владимирович
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Дегтерев А.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В31	Ханьжин Роман Вавилович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 88 с., 16 рис., 22 табл., 17 источников, 4 прил.

Ключевые слова: стропильная ферма, сборочно-сварочный стенд, сварка в среде защитного газа, производственный цех, технологический процесс.

Объектом разработки является технологический процесс сборки и сварки стропильных ферм, которые служат основным элементом для перекрытия зданий.

Цель работы заключается в разработке технологии сборки и сварки полигональных стропильных ферм и выполнении плана расстановки оборудования в производственном цеху.

В процессе работы был проведен аналитический обзор по литературным источникам, с целью ознакомления с их характеристиками и особенностями изготовления в мировой практике. Так же, при прохождении практики в АО «Сибсталь-конструкция» ознакомился с действующей на предприятии технологией производства стропильных ферм и технической документацией.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был определен перечень необходимых операций для производственного цикла, выбран способ сварки, а так же сварочное оборудование, материалы и приспособления, облегчающие сборку. Предложен план расстановки оборудования в производственном цеху. Проведен анализ конкурентоспособности, ресурсоэффективности предлагаемой технологии и анализ вредных и опасных факторов на производстве.

Результаты исследования могут быть применены на предприятиях, занимающихся изготовлением стропильных ферм и других металлоконструкций.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе «Microsoft Word 2010», табличном редакторе «Microsoft Excel 2010» и графическом редакторе «КОМПАС-3DV17».

Abstract

Graduation qualification work 88 pp., 16 figures, 22 tables, 17 sources, 4 app.

Key words: rafter truss, assembly and welding stand, welding in shielding gas environment, production shop, technological process.

The object of development is the technological process of assembly and welding of trusses, which serve as the main element for the construction of buildings.

The aim of the work is to develop a technology for assembling and welding polygonal rafters and implementing a plan for arranging equipment in the production hall.

In the process of work, an analytical review was conducted on literary sources, in order to acquaint themselves with their characteristics and manufacturing features in world practice. Also, during the practice in JSC "Sibstal-Construction" got acquainted with the technology of production of trusses and technical documentation operating at the enterprise.

As a result of the final qualification work, a list of necessary operations for the production cycle was determined, a welding method, as well as welding equipment, materials and devices facilitating assembly was selected. A plan is proposed for arranging equipment in the production shop. The analysis of competitiveness, resource efficiency of the proposed technology and the analysis of harmful and dangerous factors in production are carried out.

The results of the study can be applied at enterprises engaged in the manufacture of trusses and other metal structures.

The graduate qualification work of the bachelor is carried out in the text editor "Microsoft Word 2010", the table editor "Microsoft Excel 2010" and the graphic editor "KOMPAS-3DV17".

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СТП ТПУ 2.5.01-2014 Положение о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете.

ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

ОНТП 09-96 Отраслевые нормы технологического проектирования.

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 14771-76 Швы сварных соединений. Электродуговая сварка в защитных газах.

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная.

ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.

РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.

ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 17.2.3.02-2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ на промышленном предприятии.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Механизированная сварка - это дуговая сварка, в процессе которой подача плавящейся сварочной проволоки осуществляется каким - либо механизмом или специальным оборудованием.

Стропильная ферма - это шарнирно - стержневая система, соединенная между собой в узлах и образующая геометрически неизменяющую конструкцию.

Зазор - кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей.

Стыковое соединение - тип соединения, при котором детали лежат в одной плоскости и примыкают друг к другу торцовыми поверхностями.

Тавровое соединение - тип соединения, в котором торец одной детали примыкает под углом к поверхности другой детали.

Нахлесточное соединение - тип соединения, в котором детали расположены параллельно и частично перекрывают друг друга.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

ПТД - проектно-техническая документация;

МП - Механизированная сварка плавящимся электродом в среде углекислого газа;

УССП - Универсальные сборочно-сварочные приспособления;

ОТК - Отдел технического контроля;

ВИК - Визуально-измерительный контроль;

УЗК - Ультразвуковой контроль.

$d_{э.п}$ - Диаметр сварочной проволоки, мм;

$I_{св}$ - Сварочный ток, А;

$U_{св}$ - Напряжение сварки, В;

$V_{св}$ - Скорость сварки, м/ч;

$l_{выл}$ - Вылет сварочной проволоки, мм;

$V_{под}$ - Скорость подачи электродной проволоки, м/ч;

$n_{пр}$ - Общее количество проходов;

$q_{зг}$ - Расход защитного газа, л/ч.

Содержание

Введение	15
1 Литературный обзор	17
1.1 Классификация стропильных ферм	17
1.2 Характеристика изделия	19
1.3 Способы изготовления стропильных ферм	21
1.4 Анализ способов сварки	22
1.4 Компоновочные схемы производственных цехов	24
1.4.1 Типовая схема с продольным направлением производственного потока	24
1.4.2 Типовая схема со смешанным направлением производственного потока	25
1.4.3 Типовая схема с продольно - поперечным направлением производственного потока	25
1.4.4 Типовая схема с петлевым направлением производственного потока	26
1.4.5 Типовая схема с волновым направлением производственного потока	27
1.4.6 Выводы по разделу 1	27
2 Разработка технологии изготовления стропильных ферм	29
2.1 Заготовительные операции	29
2.2 Сборка и сварка	30
2.2.1 Выбор сварочных материалов	30
2.2.2 Расчет параметров режима сварки	32
2.2.3 Сварочное оборудование	41
2.2.4 Приспособление для сборки и сварки	42
2.2.5 Порядок сборки и сварки	43
2.3 Контроль качества	44
3 План размещения оборудования в производственном цеху	46
4 Требования к организации сварочного производства	47

5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51
5.1	Потенциальные потребители результатов исследования	51
5.2	Анализ конкурентных технических решений	51
5.3	Технология QuaD	54
5.4	SWOT-анализ	56
5.5	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	61
5.6	Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика	62
6	Социальная ответственность	68
6.1	Производственная безопасность	68
6.1.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки в производство	68
6.1.2	Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция	70
6.1.3	Производственный шум.	73
6.1.4	Правила безопасности при работе на механическом оборудовании и слесарным инструментом	74
6.1.5	Защита от поражения электрическим током	74
6.1.6	Освещение	75
6.1.7	Ультрафиолетовое излучение (УФИ)	76
6.2	Экологическая безопасность	77
6.2.1	Влияние производственного процесса на окружающую среду	77
6.2.2	Мероприятия по защите окружающей среды	78
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
6.3.1	Вероятные ЧС, которые могут возникнуть на производстве	78
6.3.2	Мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в ЧС	78
6.4	Организационные вопросы обеспечения безопасности	80
	Заключение	82
	Список используемой литературы	83

Приложение А - Комплект технологической документации	85
Приложение Б - Отправочная марка	86
Приложение В - Приспособление для сборки и сварки	87
Приложение Г - План расстановки оборудования	88

Диск CD-R в конверте на обороте обложки:

ФЮРА 02190.001 Комплект технологической документации;

файл ПТД_Ханьжин.xlsx в формате Microsoft Excel 2010;

ФЮРА 02199.002 Презентация;

файл Презентация_Ханьжин.ppt в формате Microsoft PowerPoint 2010;

ФЮРА 02190.003 Пояснительная записка;

файл Диплом_Ханьжин.docx в формате Microsoft Word 2010;

Графический материал:

Титульный лист	Демонстрационный лист
Цели и задачи	Демонстрационный лист
Сборочный элемент	Демонстрационный лист
План размещения оборудования	Демонстрационный лист
Конструктивные элементы кромок свариваемых деталей	Демонстрационный лист
Способ изготовления	Демонстрационный лист
Приспособление для сборки и сварки стропильных ферм	Демонстрационный лист
Конструктивные элементы сварных швов	Демонстрационный лист
Химический состав сварочных материалов	Демонстрационный лист
Параметры режима сварки	Демонстрационный лист
Сварочное оборудование	Демонстрационный лист
Технологические карты	Демонстрационный лист
Маршрутная карта технологического процесса изготовления трехстержневого узла стропильной фермы	Демонстрационный Лист
Экономическая часть	Демонстрационный Лист
Выводы	Демонстрационный лист

Введение

Для перекрытия промышленного здания чаще всего используются стропильные фермы. В связи с ростом количества предприятий занимающихся изготовлением металлоконструкций наблюдается увеличение конкуренции. Поэтому необходимым условием существования и развития предприятия становится разработка эффективных технологических процессов для повышения производительности, безопасности труда, обеспечения качества выпускаемой продукции и снижения расходов на производство.

Цель работы заключается в разработке технологии сборки и сварки полигональных стропильных ферм и выполнении плана расстановки оборудования в производственном цеху.

Для решения поставленных целей необходимо выполнить следующие задачи:

- определить перечень операций необходимых для производственного цикла;
- осуществить обоснованный выбор способа сварки, сварочного оборудования и материалов;
- выбрать приспособление облегчающее сборку;
- определить методы и объем контроля качества изготавливаемой конструкции;
- предложить план расстановки оборудования в производственном цеху;
- рассмотреть требования к организации сварочного производства;
- выполнить анализ конкурентоспособности и ресурсоэффективности разработанной технологии;
- провести анализ опасных и вредных факторов, которые возникают при внедрении технологии в производство предложить мероприятия по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае их возникновения;

В данной работе предлагается использование механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитного газа и сборочно-сварочного

устройства оснащенного фиксаторами и быстродействующими прижимами. План расстановки оборудования в сборочно - сварочных цехах выполняется с учетом возможности изменения технологических процессов.

В результате работы ожидается получить технологию, которая позволяет производить более качественные изделия с наименьшим временем изготовления в сравнении с конкурентами.

1 Литературный обзор

1.1 Классификация стропильных ферм

Стропильная ферма состоит из верхнего и нижнего пояса, образующих контур фермы, и решетки, состоящей из стоек и раскосов (рисунок 1). Соединение элементов в узлах происходит с помощью фасонок (рисунок 2,б) или путем примыкания одних элементов к другим (рисунок 2,а) [1].

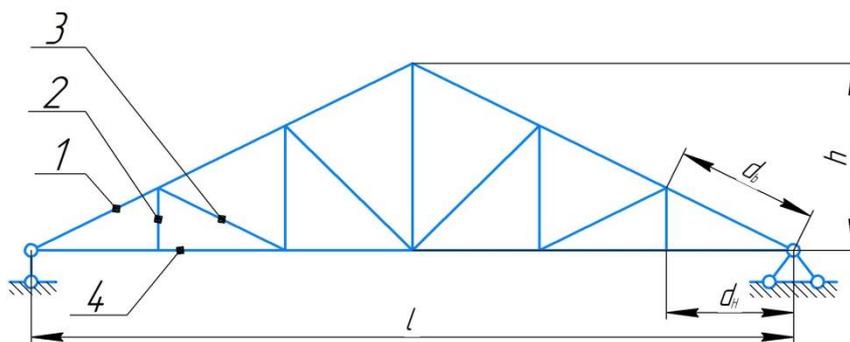


Рисунок 1- Элементы фермы:

1 - верхний пояс; 2 - стойки; 3 - раскосы; 4 – нижний пояс.

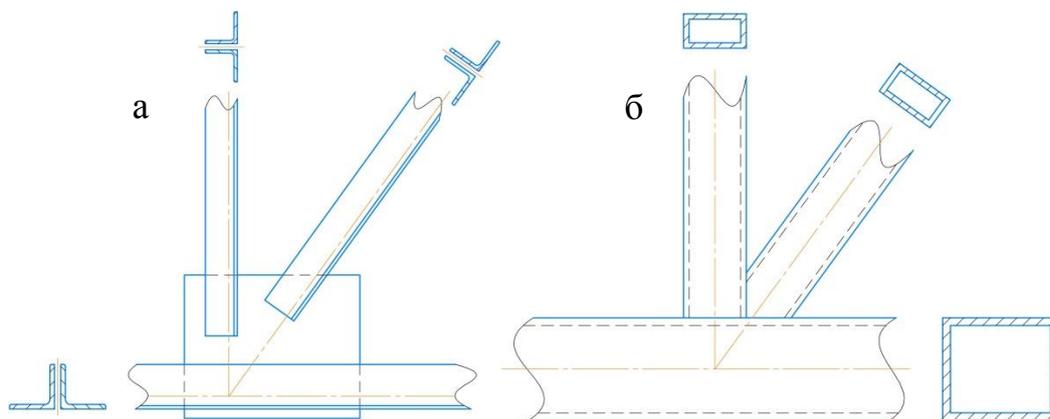


Рисунок 2 - Узлы ферм: а – на фасонках; б - с примыканием элементов.

Расстояние между соседними узлами поясов называется панелью (d), а расстояние между опорами - пролетом (l).

Очертание поясов бывают - полигональные, сегментные с параллельными поясами, трапециевидные, треугольные (рисунок 3).

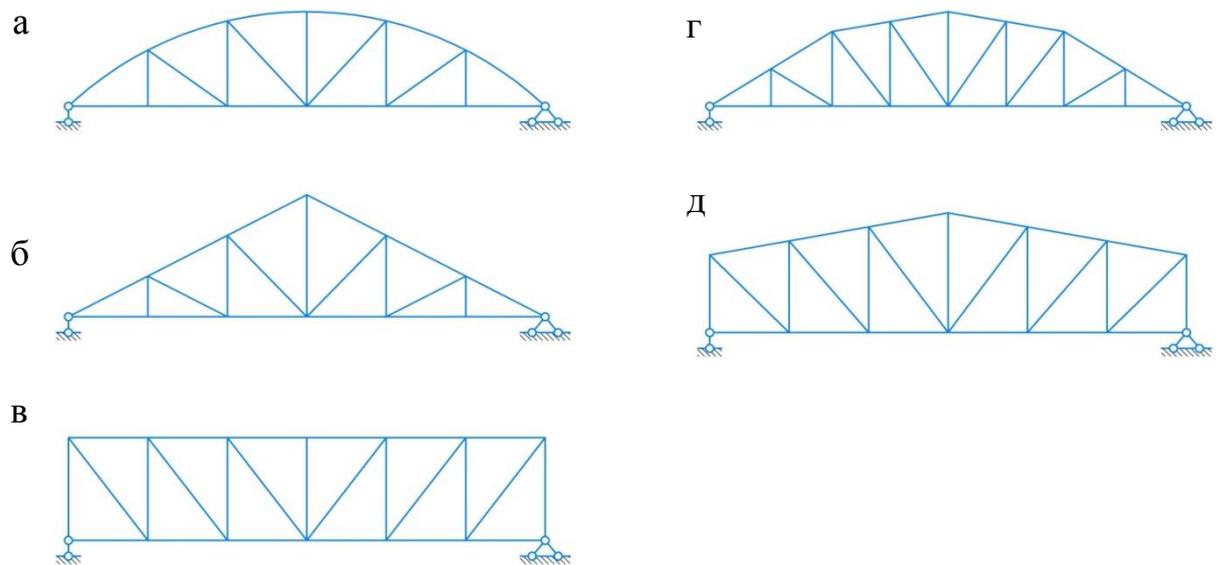


Рисунок 3 - Очертания поясов ферм: а - сегментное; б - треугольное; в - параллельными поясами; г полигональная; д - трапецидальная.

Тип решетки - треугольная, раскосная, крестовая, ромбическая и прочие представлены на рисунке 4.

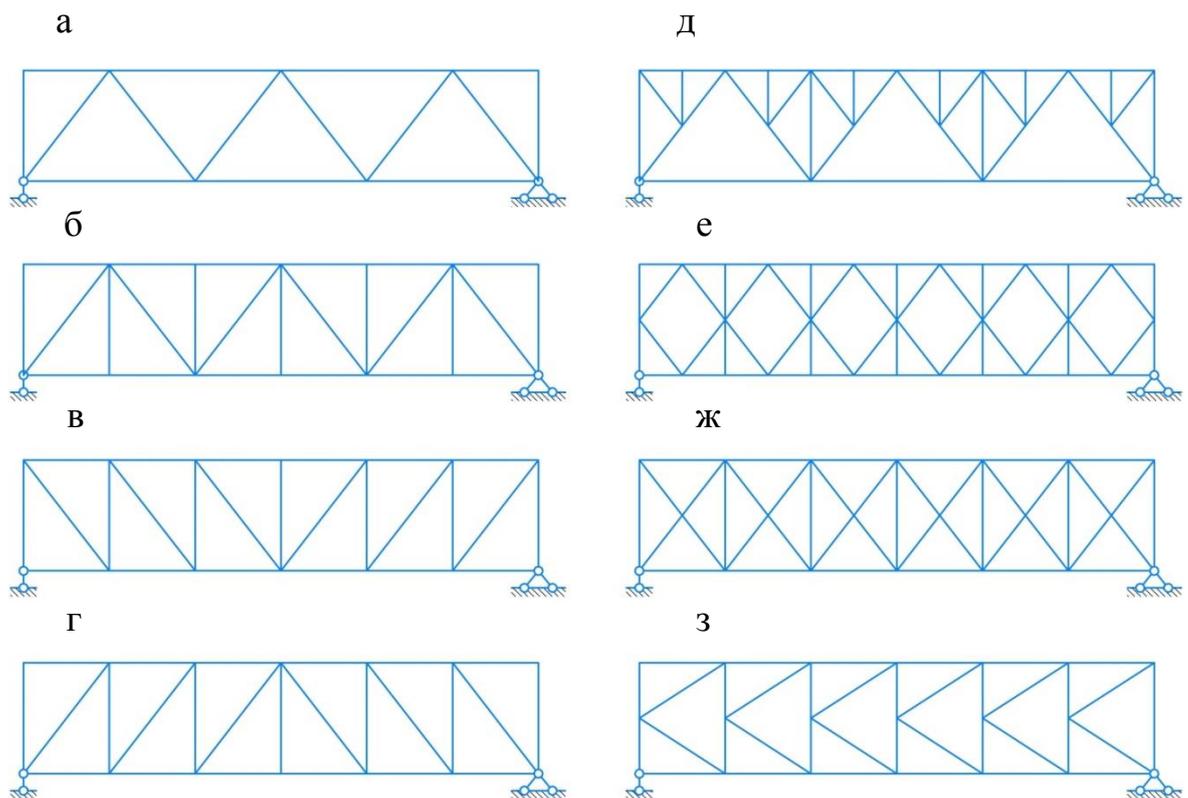


Рисунок 4 - Типы решетки ферм: а - треугольная, б - треугольная с дополнительными стойками, в - раскосная нисходящая, г - раскосная восходящая, д - шпренгельная, е - ромбическая, ж - перекрестная, з - полураскосная.

1.2 Характеристика изделия

Изделие, для которого необходимо разработать технологию изготовления - полигональная стропильная ферма с треугольной решеткой со стойками (приложение Б).

Габаритные размеры фермы 12000 x 3480 мм. Она состоит из спаренных равнополочных уголков:

- верхний пояс из уголка 110 x 110 x 7 мм;
- нижний пояс 75 x 75 x 5 мм; стойки 55 x 55 x 5 мм;
- раскосы 63 x 63 x 5 мм.

Фасонки, сухари и накладки выполняются из листовой стали толщиной 10 мм.

Для перекрытия промышленного здания габаритными размерами 60 x 24 м необходимо изготовить двадцать два сборочных элемента.

При изготовлении фермы используется листовой (по ГОСТ 82-70) и сортовой прокат (по ГОСТ 8509-93) из стали 09Г2С. Данная сталь является конструкционной низколегированной, низкоуглеродистой, перлитного класса. Сваривается без ограничений и для сталей толщиной менее 30 мм не применяется термическая обработка [5].

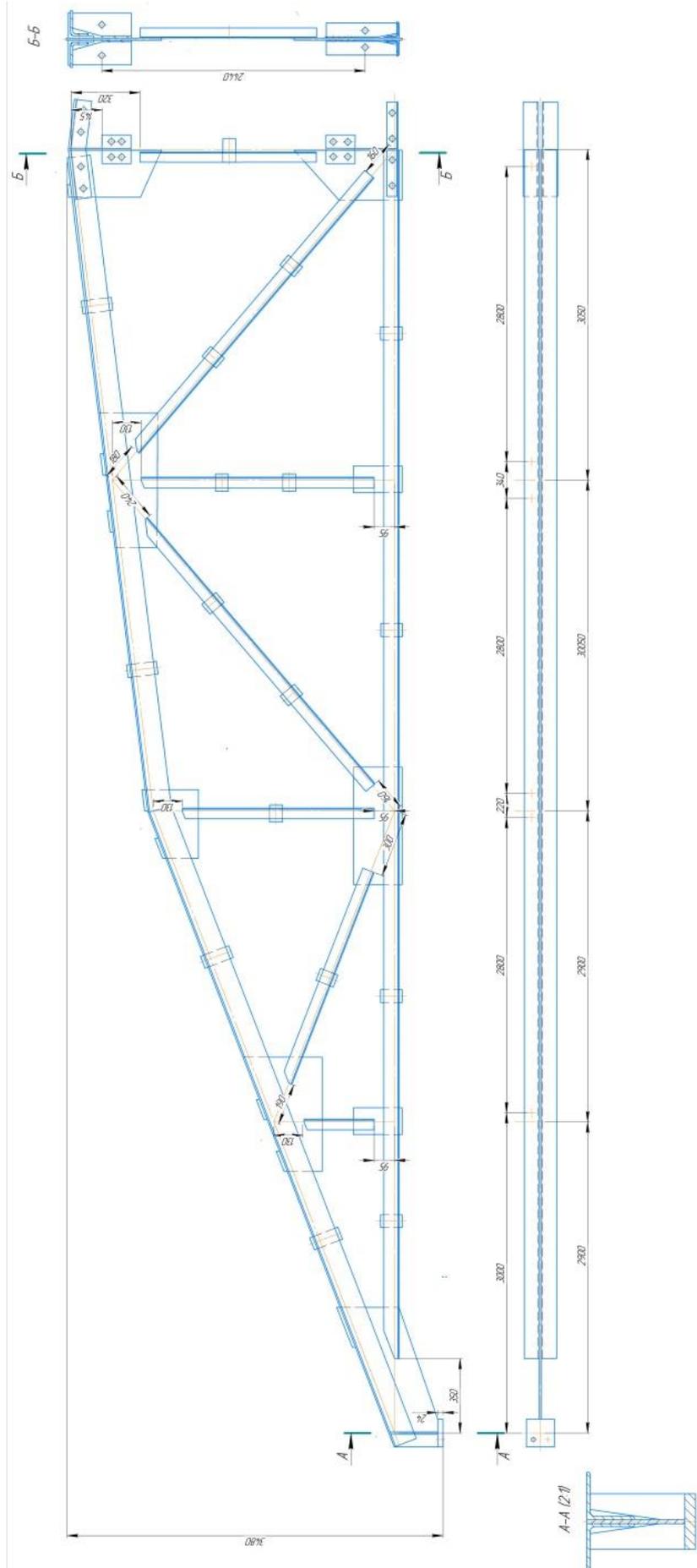


Рисунок 5 - Полигональная стропильная ферма.

1.3 Способы изготовления стропильных ферм

При производстве в заводских условиях чаще используют следующие способы:

Способ копированием широко применяется при изготовлении ферм, которые состоят из парных элементов.

Вначале по разметке собирается полуферма. Затем используя ее в качестве копира, производится сборка деталей следующей полфермы с фасонками. К ним привариваются пояса, стойки и раскосы. Полуферму кантуют и переносят на соседний стеллаж, где устанавливают и приваривают недостающие элементы. Чтобы исключить погрешность при сборке, необходимо использовать один копир для всех ферм [2].

Сборка по копиру производительна, проста и применяется при серийном производстве. Вместе с этим она не обеспечивает точности габаритов и правильного расположения монтажных отверстий для крепления фермы из-за возможной неточной раскладки смежных элементов раскосов, стоек, поясов.

Сборочно - сварочные кондукторы и кантователи используют для изготовления большого количества ферм одного типоразмера.

Кондуктор, изготавливается на базе плиты с т-образными пазами, состоящей из отдельных секций. Регулируемые опоры обеспечивают фиксацию деталей в горизонтальной плоскости; регулировка по высоте осуществляется при помощи резьбы; фиксация — при помощи пробки, через отверстия в детали. Детали, не имеющие отверстий, устанавливают по упорам, уголки закрепляют зажимами.

При сборке детали последовательно устанавливаются в кондуктор и соединяются на прихватках. Перед прихваткой детали поджимаются с помощью универсальных сборочно – сварочных приспособлений [3].

Данный способ обладает высокой производительностью и качеством изготовления, но ограничивается одним типоразмером изготавливаемых конструкций.

Изготовление **на сборочно - сварочном стенде** целесообразно использовать в мелкосерийном производстве.

Рабочая поверхность стенда состоит из направляющих имеющих сетку отверстий и т-образные пазы. В них устанавливаются универсальные сборочно - сварочные приспособления (упоры, ограничители, прижимы) для соблюдения необходимых геометрических размеров и правильного расположения узловых точек конструкции.

Вначале по разметке или копиру выставляются ограничители и упоры. Затем по ним выкладываются элементы решетки, которые фиксируются прижимами и свариваются.

Достоинства изготовления на сборочно - сварочном стенде: возможность позиционировать деталь с высокой точностью и быстро перенастраивать систему оснастки для производства любых плоских металлоконструкций [3]. Исходя из выше перечисленных достоинств, этот способ изготовления является более рациональный для производства стропильных ферм.

1.4 Анализ способов сварки

Согласно техническому заданию и выбранному способу изготовления, процесс сварки происходит в производственном помещении, все сварные швы в изделие имеют незначительную протяженность, и располагаются в удобном нижнем положении.

При производстве ферм в заводских условиях чаще используют следующие способы:

- ручная дуговая плавящимся электродом;
- механизированная в среде углекислого газа;
- механизированная самозащитной (порошковой) проволокой.

Рассмотрим достоинства и недостатки способов сварки в таблице 1

Таблица 1 – Сравнительный анализ способов сварки

Способ сварки	Достоинства	Недостатки
Ручная дуговая плавящимся электродом	<ul style="list-style-type: none"> - мобильность; - простота настройки параметров режима; - возможность сварки в различных пространственных положениях; - доступность; - низкая стоимость сварочных материалов; - возможность сварки в местах с ограниченным доступом. 	<ul style="list-style-type: none"> - низкая производительность; - необходима, высокая квалификация сварщика; - наличие шлака; - электроды требовательны к условиям хранения; - вредные условия процесса сварки.
Механизированная в среде углекислого газа	<ul style="list-style-type: none"> - высокое качество сварных соединений; - возможность сварки в различных пространственных положениях; - возможность визуального наблюдения - отсутствие шлака; - высокая производительность; - низкая стоимость сварочных материалов. 	<ul style="list-style-type: none"> - высокая интенсивность световой и тепловой радиации дуги; - необходимость в дополнительной защите от ветра; - повышенное разбрызгивание расплавленного металла; - выгорание легирующих элементов.
Механизированная самозащитной (порошковой) проволокой	<ul style="list-style-type: none"> - высокая производительность; - отсутствие необходимости в применении защитных газов; - возможность сварки в местах с ограниченным доступом. 	<ul style="list-style-type: none"> - образование текучих шлаков; - проволока требовательна к условиям хранения; - вредные условия процесса сварки; - большая вероятность образования пор

. Проведя сравнительный анализ способов сварки, и исходя, из условий проведения сварочных работ и длины швов предлагается применение механизированной сварки в среде защитного газа проволокой сплошного сечения.

1.4 Компоновочные схемы производственных цехов

Исходя из поставленной задачи: выполнить план расстановки оборудования в производственном цеху, нам необходимо рассмотреть существующие схемы движения производственного процесс.

Компоновкой называют схематичное изображение производственных, вспомогательных, складских, энергетических и конторско - бытовых помещений в здании. В проектировании сборочно - сварочного цеха, в соответствии с различными типами сварочных производств и разновидностями их организации установились определенные типовые схемы компоновки помещений.

1.4.1 Типовая схема с продольным направлением производственного потока

Направление производственного потока происходит по пролетам цеха. Продольное перемещение заготовок и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется подъемно – транспортным оборудованием. Между пролетами транспортировка выполняется напольным транспортом (автокарами, электрокарами или по рельсовому пути). В заготовительном отделении специализация пролетов выполняется по группам сортамента обрабатываемого металла. Схема с продольным направлением производственного процесса применяется для изготовления несложных изделий в серийном производстве. Иногда данная схема используется в единичном и массовом производстве [4]. Схема с продольным направлением производственного потока (рисунок 6).

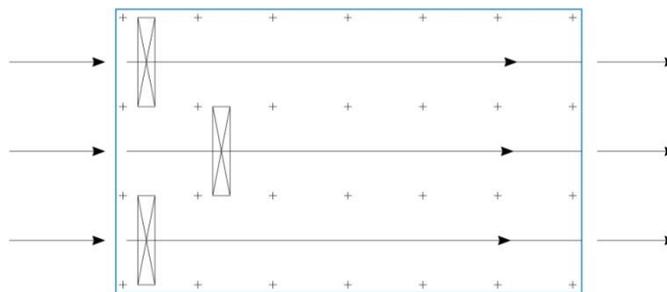


Рисунок 6

1.4.2 Типовая схема со смешанным направлением производственного потока

Направление производственного потока в пролете, где происходят заготовительные операции и выполняется сборка и сварка, совпадают. А пролет общей сборки и сварки расположен поперечно. В заготовительном отделении специализация пролетов выполняется по группам сортамента обрабатываемого металла. Изготовления сборочных единиц изделия и узловая сборка - сварка выполняется в продольных пролетах. Процесс общей сборки - сварки выполняется в поперечном пролете цеха [4]. Схема со смешанным направлением производственного потока рисунок 7.

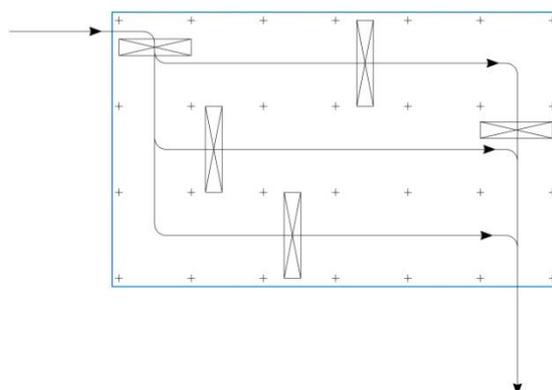


Рисунок 7

1.4.3 Типовая схема с продольно - поперечным направлением производственного потока

При данной схеме производственного потока, часть его систематически перемещается из одного пролета в другой и обратно, то есть в поперечном

направлении, а основное направление совпадает с направлением, заданным на плане завода. Продольные перемещения сборочных единиц, деталей, изделий осуществляются по рельсовым путям. Поперечные перемещения выполняются подъемно – транспортным оборудованием [4]. Типовая схема с продольно - поперечным направлением производственного потока (рисунок 8).

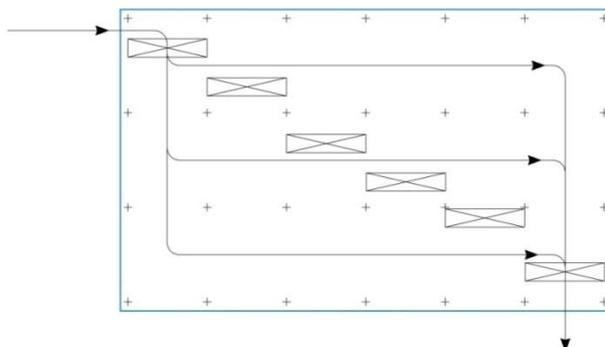


Рисунок 8

1.4.4 Типовая схема с петлевым направлением производственного потока

Направление производственного потока в цехе выполняется в противоположную сторону только один раз (частный случай схемы с волновым направлением производственного потока). Отличительной особенностью данной схемы является один путь для ввоза и вывоза. Склад готовой продукции и склад для металла располагаются рядом. В заготовительном отделении специализация пролетов выполняется по группам сортамента обрабатываемого металла. В сборочно - сварочном отделении пролеты специализируются по изготовлению различных сборочных единиц выпускаемого изделия. Возможно применение кольцевой (замкнутой) системы конвейеров [4]. Схема с петлевым направлением производственного потока рисунок 9.

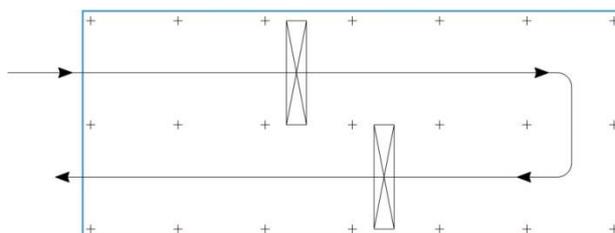


Рисунок 9

1.4.5 Типовая схема с волновым направлением производственного потока

Направление производственного потока отклоняется попеременно в противоположные стороны. Число таких отклонений (поворотов) может быть различным. Перемещение заготовок и деталей вдоль пролета осуществляется подъемно – транспортным оборудованием. Волновое направление производственного потока рекомендуется для изготовления сравнительно сложных изделий в единичном и мелкосерийном производстве [4]. Схема с волновым направлением производственного потока (рисунок 10) является более рациональной по сравнению с остальными, так как обеспечивает компактность планировки площадей цеха.

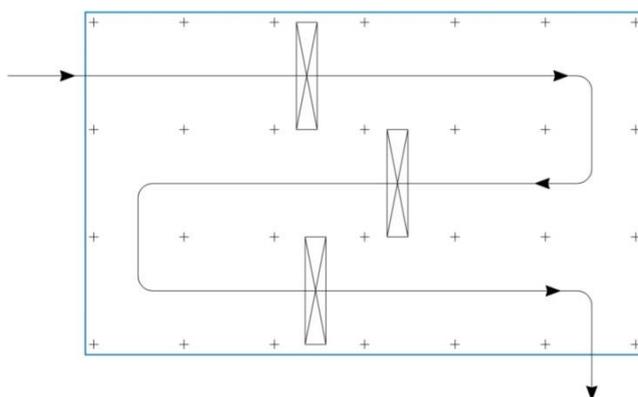


Рисунок 10

1.4.6 Выводы по разделу 1

В результате проведенного литературного обзора, для мелкосерийного производства стропильных ферм наиболее рациональным является схема с волновым движением производственного потока. Данная схема обеспечивает компактность планировки площадей цеха. А способ изготовления на сборочно – сварочном стенде, так как его достоинствами является высокое качество и универсальность. А, исходя, из условий проведения сварочных работ и

длины швов предлагается применение механизированной сварки в среде защитного газа проволокой сплошного сечения.

Стропильная ферма относится к ответственным конструкциям, разрушение которых вызывает большие материальные потери. В связи с этим необходимо разработать технологию изготовления стропильных ферм, отвечающую всем нормам безопасности при эксплуатации данного изделия.

2 Разработка технологии изготовления стропильных ферм

2.1 Заготовительные операции

Для того чтобы снизить вероятность появления дефектов в сварных соединениях необходимо обеспечить качественное выполнение заготовительных операций. Значительная доля брака сварных швов происходит из-за плохого качества подготовки деталей.

Технологический процесс изготовления деталей из листового проката и сортового проката включает в себя следующие операции:

- разметку металла;
- раскрой;
- рубку;
- очистку;
- гибку.

Для разметки листового проката используется шаблон детали в натуральную величину, для сортового проката: струну или рулетку. Операцию разметки листов выполняется на разметочной плите 6 x 1,5 м, а для уголков на рольганге 12 x 1 м, с помощью специальных инструментов (линейка, чертилка, металлическая рулетка, молоток, угольник, маркер) [6].

Далее выполняется раскрой и рубка листового и сортового проката на гильотинных ножницах НГ3427 (20 x 2000 мм).

Гильотинные ножницы используются, так как они имеют ряд преимуществ: чистота реза, наименьшее время выполнения операции. Детали из уголка после рубки по рольгангу перемещаются в промежуточный склад. Заготовки из листового проката, транспортируются на линию механической обработки, которая состоит из станков: вертикально - сверлильного (модель Z5140A), фрезерного (модель X8140A), плазменной резки с ЧПУ (модель Сибирь АРМ 1000 x 1000).

Применение станка с ЧПУ обусловлено необходимостью изготовления фасонки сложной геометрической конфигурации.

На линии механической обработки производятся операции по обработке деталей (фасонок, сухарей, накладок), согласно требованиям технологического процесса, до необходимых геометрических размеров, после чего они перемещаются в промежуточный склад.

Пескоструйная обработка применяется для очистки от различных загрязнений, следов коррозии, масляных пятен и создания адгезии перед сборочно - сварочными и грунтовочно - покрасочными работами так как она позволяет за короткий промежуток времени обработать поверхности с большой площадью.

Завещающим этапом заготовительного процесса является, гибка, которая выполняется с целью создания необходимой геометрии ветви верхнего пояса. Гибочная операция производится на сборочно - сварочном стенде с помощью шаблона и выдвижной рейки с пневмоцилиндром.

2.2 Сборка и сварка

2.2.1 Выбор сварочных материалов

Для проведения сварочных работ, используется механизированная сварка в среде защитного газа проволокой сплошного сечения.

Основной металл и сварочная проволока должны быть близкими по составу. Для предотвращения окисления сварочного металла, при механизированной сварки в среде CO_2 , применяются раскислители: кремний (Si) и марганец (Mn) [5].

Выбрана сварочная проволока Св - 08Г2С, так как ее состав близкий к основному металлу и присутствуют необходимые раскислители.

Таблица 2 - Химический состав проволоки Св-08Г2С, % (ГОСТ 2246-70)

С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
0,05 - 0,11	1,8 - 2,1	0,7 - 0,95	0,20	0,25	0,025	0,03

Таблица 3 - Механические свойства проволоки Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70)

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
Св - 08Г2С	300	500	22	50

Сварочная проволока должна храниться в условиях, исключающих ее загрязнение и коррозию. Перед использованием она должна быть проконтролирована визуальным осмотром для определения чистоты поверхности. Разрешается очищать проволоку наждачной шкуркой или любыми другими способами до металлического блеска. При очистке проволоки нельзя допускать ее резких перегибов (переломов), что может нарушить нормальный процесс подачи проволоки в зону сварки [7].

Качество углекислого газа оказывает значительное влияние на свойства металла шва. При повышенном содержании в углекислом газе азота и водорода могут образовываться поры даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем количестве раскислителей в сварочной ванне.

Для защиты металла шва используется углекислый газ высшего сорта - чистотой 99,8%.

Таблица 4 - Состав углекислого газа (сорт высший) (ГОСТ 8050-85)

Газ	Ar, %	He, %	O ₃ , %	N ₂ , %	H ₂ , %	CO ₂ , %	углеводороды, %	водяных паров, %
CO ₂	-	-	-	-	-	99,8	-	0,037

Двуокись углерода перед поступлением в горелку должна просушиваться путем пропускания через осушитель и иметь точку росы не выше минус 34 °С. Для наполнения осушителей применяются обезвоженный медный купорос, силикагель по ГУМХП-1800-50, едкий калий (KOH), хлористый кальций (CaCl₂) [7].

2.2.2 Расчет параметров режима сварки

В конструкции имеется три основных типа соединений - тавровое, нахлесточное и стыковое (рисунок 11).

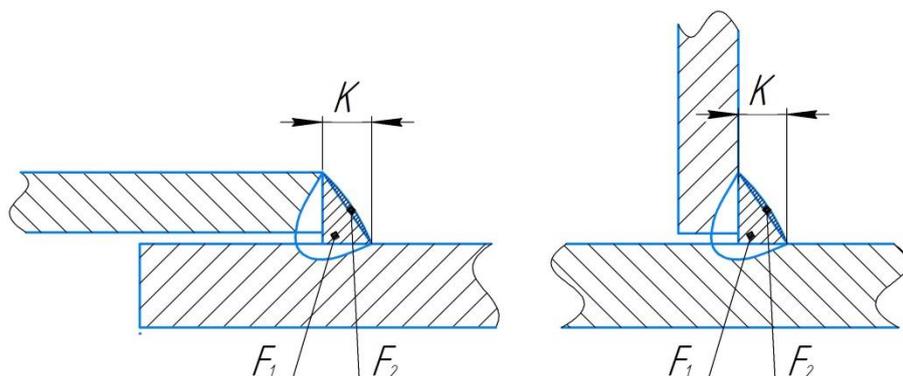


Рисунок 11 - Схематическое изображение сечения нахлесточного и таврового соединения.

Данный тип соединений (по ГОСТ 14771-76) выполняется как Н1, Т1 (одностороннее соединение, без разделки кромок).

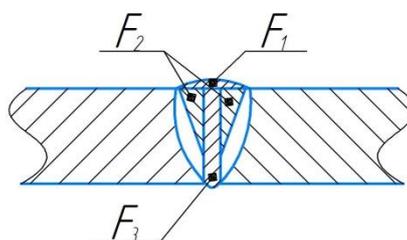


Рисунок 12 - Схематическое изображение сечения стыкового соединения.

Стыковое соединение (по ГОСТ 14771-76) выполняется как С17 (одностороннее соединение с разделкой кромок, выполняемое без подкладки).

Производится расчет параметров режима сварки для стыкового соединения.

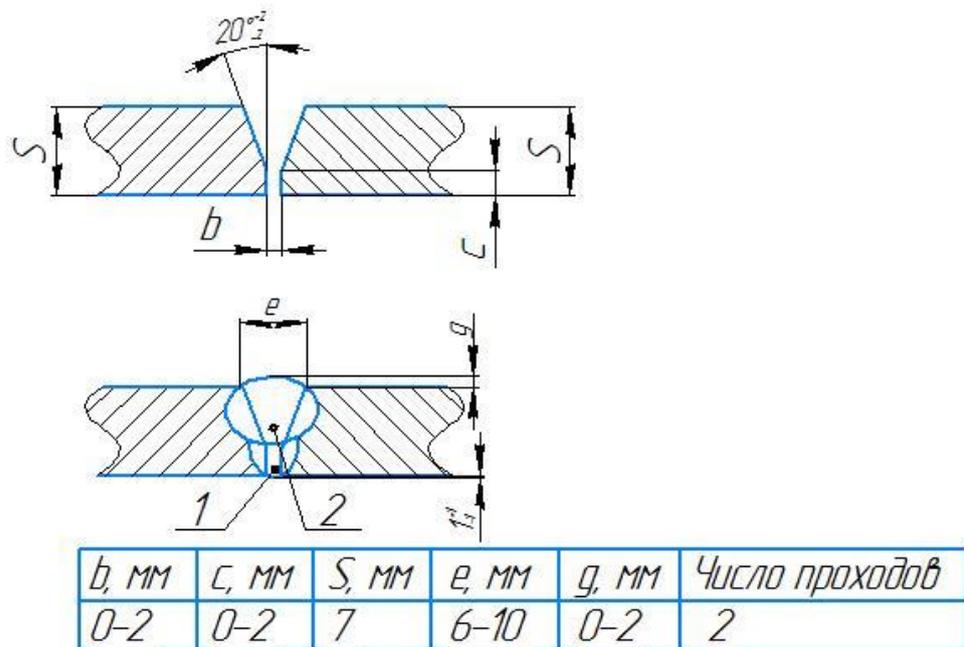


Рисунок 13 - Геометрические размеры разделки кромок и размеры сварного шва по ГОСТ 14771-76.

Согласно рекомендация [8] для сварки детали в углекислом газе толщиной 7 мм применяется диаметр проволоки $d_s = 1,2$ мм, сварка деталей осуществляется за два прохода.

Общая площадь поперечного сечения наплавленного металла для механизированной сварки в углекислом газе равна площади наплавленного металла. Она находится по формуле [5]:

$$F_H = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e, \quad (1)$$

где: h, α, b, S, g, e - размеры конструктивных элементов сварного соединения.

$$F_H = 6^2 \cdot \operatorname{tg}(20) + 1 \cdot 7 + 0,75 \cdot 8 \cdot 1 = 40 \text{ мм}^2.$$

Общая площадь поперечного сечения наплавленного и проплавленного металлов находится по формуле [5]:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g), \quad (2)$$

$$F = 0,73 \cdot 8 \cdot (7 + 1) = 65 \text{ мм}^2.$$

А площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле [5]:

$$F_{\text{ПР}} = F - F_{\text{Н}}, \quad (3)$$

$$F_{\text{ПР}} = 65 - 42 = 25 \text{ мм}^2.$$

При расчёте параметров режима сварки следует учесть рекомендации по количеству наплавленного металла за один проход. Так для проволоки диаметром 1,2 мм площадь поперечного сечения первого прохода 20 - 30 мм², второго 30 - 60 мм².

Принимается площадь наплавленного за один проход металла равной: для первого прохода $F_1 = 20 \text{ мм}^2$, для второго прохода $F_1 = 20 \text{ мм}^2$.

Согласно рекомендациям [5], принимается плотность сварочного тока $j = 120 \text{ А/мм}^2$.

Сварочный ток $I_{\text{св}}$ рассчитывается по формуле [5]:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j, \quad (4)$$

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 120 = 236 \text{ А}.$$

$I_{\text{св}} = 240 \text{ А}$ - согласно рекомендации [5].

Определяется оптимальное напряжение дуги [5]:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{\text{св}} \pm 1, \quad (5)$$

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 240 \pm 1 = 27 \pm 1 \text{ В}.$$

Принимается напряжение $U_{\text{д}} = 27 \text{ В}$.

Определяется коэффициент формы провара [5]:

$$\Psi_{\text{пр}} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_э \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}, \quad (6)$$

$$\Psi_{\text{пр}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 240) \cdot \frac{1,2 \cdot 27}{240} = 3,06.$$

Для МП значения Ψ_{np} должны составлять 0,8 - 4,0. В нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Определяется скорость сварки по формуле [5]:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (7)$$

где: α_n - коэффициент наплавки.

Определение коэффициента наплавки α_n при МП способах сварки происходит по следующей формуле[5]:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (8)$$

где: ψ - коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\Psi_{np} = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2, \quad (9)$$

После подстановки известных значений плотности тока j в формулу (9) получается:

$$\Psi_{np} = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 120 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 120^2 = 21,12\%$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки рассчитывается коэффициент расплавления α_p по формуле [5]::

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_г}{d_э^2}, \quad (10)$$

где: величина вылета электрода $l_г = 1,5$ см [5].

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{240} \cdot \frac{1,5}{1,2^2} = 12,72 / A \cdot ч.$$

Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (8):

$$\alpha_n = 12,7 \cdot (1 - 0,21) = 10,0332 / A \cdot ч.$$

Скорость сварки по формуле (7) получается:

для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{10,033 \cdot 240}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,2} = 11,8 м / ч,$$

для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{10,033 \cdot 240}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,2} = 11,8 м/ч.$$

Скорость подачи электродной проволоки [5]:

$$V_{нэн} = \frac{\alpha_p \cdot I_{cb}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_э}, \quad (11)$$

где: $F_э$ - площадь поперечного сечения электрода, $см^2$; γ - плотность электродного металла, $г/см^3$.

$$V_{нэн} = \frac{12,7 \cdot 240}{3600 \cdot 7,9 \cdot 1,54 \cdot 10^{-2}} = 7 см/с = 252 м/ч.$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{св} \cdot U_d}{V_{св}}, \quad (12)$$

где: η_u - эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке в защитном газе составляет 0,8 - 0,84, принимается $\eta_u = 0,82$.

Для первого прохода:

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 240 \cdot 27}{0,32} = 16660 \frac{Дж}{см},$$

для второго прохода:

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 240 \cdot 27}{0,32} = 16660 \frac{Дж}{см}.$$

Для проверки правильности расчётов при сварке в углекислом газе определяется глубина проплавления, подстановкой полученных значений параметров режима в формулу [5]:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np} \cdot V_{св}}}, \quad (13)$$

После подстановки полученных значений в формулу (13) получается значение для первого прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{16660}{0,21 \cdot 3,2}} = 3 \text{ мм}.$$

Значение глубины провара для второго прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{16660}{0,21 \cdot 3,2}} = 4 \text{ мм}.$$

Расход защитного газа принимается согласно рекомендации [8] 10 - 16 л/мин.

В результате сравнения рассчитанных и рекомендованных параметров [8], значения находятся в пределах рекомендуемых и представлены в таблице 5.

Таблица 5- Параметры режима процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
Прихв.	1,2	15	Пост. ток Обр. полярность	230-250	26-28	10-16
1-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16
2-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16

Производится расчет параметров режима сварки для таврового и нахлесточного соединения.

Поскольку сварные соединения имеют одинаковые размеры и конфигурацию, то и параметры режима сварки для них будут рассчитываться одинаково.

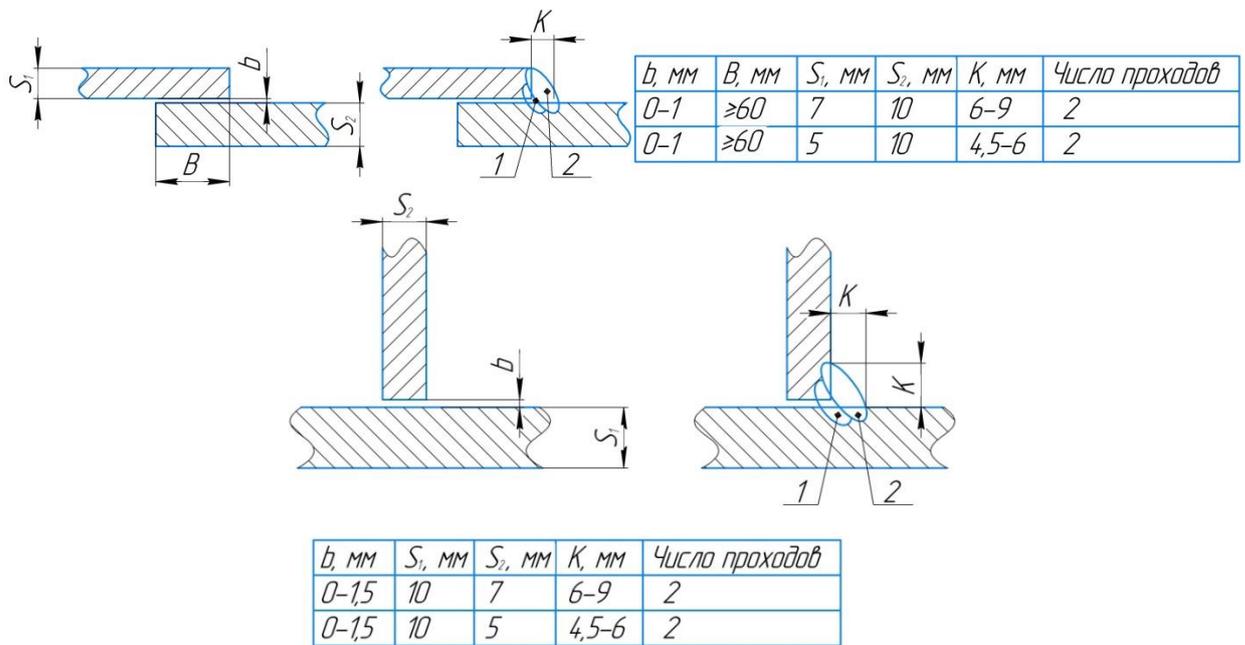


Рисунок 14 - Геометрические размеры разделки кромок и размеры сварного шва по ГОСТ 14771-76

Для данных типов сварных соединений применяется методика расчета по площади наплавленного металла.

Площадь наплавленного металла для катета 7 мм будет равняться:

$$F_n = \frac{K_y \cdot K^2}{2}, \quad (14)$$

$$F_n = \frac{1,4 \cdot 7^2}{2} = 35 \text{ мм}^2.$$

Принимается площадь наплавленного металла за один проход равная: для первого прохода $F_1 = 20 \text{ мм}^2$, для второго прохода $F_2 = 15 \text{ мм}^2$.

Согласно рекомендациям [5], принимается $j = 120 \text{ А/мм}^2$, а $d_s = 1,2 \text{ мм}$.

$I_{св}$ рассчитывается по формуле (4):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 120 = 196 \text{ А}.$$

$I_{св} = 200 \text{ А}$ согласно рекомендации [5],

Определяется оптимальное напряжение дуги по формуле (5):

$$U_d = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 200 \pm 1 = 25 \pm 1 \text{ В}.$$

Принимается $U_{\partial} = 25B$

Определяется коэффициент формы провара по формуле (6):

$$\Psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 200) \cdot \frac{1,2 \cdot 25}{200} = 2,35.$$

Для МП Ψ_{np} должны составлять 0,8 - 4,0, в нашем случае, значение находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Для определения коэффициента наплавки рассчитывается коэффициент расплавления α_p по формуле (10):

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{200} \cdot \frac{1,5}{1,2^2} = 10,5 \text{ г} / \text{А} \cdot \text{ч}$$

где: l_6 , согласно рекомендациям [5], принимается 1,5 см.

Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (8):

$$\alpha_n = 10,5 \cdot (1 - 0,21) = 8,3 \text{ г} / \text{А} \cdot \text{ч},$$

где: ψ – коэффициент потерь, согласно формулы (9):

$$\Psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 120 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 120^2 = 21,12\%.$$

Скорость сварки по формуле (7) получается:

для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{8,3 \cdot 200}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,2} = 10,5 \text{ м} / \text{ч},$$

для второго прохода:

$$V_{св} = \frac{8,3 \cdot 200}{3600 \cdot 7,9 \cdot 0,15} = 14 \text{ м} / \text{ч}.$$

Определяется скорость подачи электродной проволоки по формуле (14):

$$V_{нэн} = \frac{10,5 \cdot 200}{3600 \cdot 7,9 \cdot 1,88 \cdot 10^{-2}} = 4 \text{ см} / \text{с} = 144 \text{ м} / \text{ч}.$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле (12):

для первого прохода:

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 200 \cdot 25}{0,36} = 11388 \frac{\text{Дж}}{\text{см}},$$

для второго прохода:

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 240 \cdot 27}{0,43} = 9535 \frac{\text{Дж}}{\text{см}}.$$

Полученные значения поставляются в формулу (13) и получается значение глубины провара для первого прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{11388}{0,21 \cdot 3,6}} = 4 \text{ мм}.$$

Для второго прохода:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{9535}{0,21 \cdot 4}} = 3 \text{ мм}.$$

Расход защитного газа согласно рекомендации [8] составляет 10 - 16 л/мин.

В результате сравнения рассчитанных параметров и рекомендованных [8] значения находятся в пределах рекомендуемых и представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Параметры режима процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
1-й	1,2	15	Пост.ток Обр. полярность	190-210	24-26	10-16
2-й	1,2	15		190-210	24-26	10-16

2.2.3 Сварочное оборудование

Основными критериями для выбора являются: жесткая вольтамперная характеристика дуги, соблюдение рассчитанных параметров режима сварочного процесса, надежность в работе, простота обслуживания, невысокая стоимость, наибольший КПД, минимальное потребление электроэнергии, наименьшие габаритные размеры и масса.

По выше перечисленным параметрам был выбран сварочный полуавтомат Кедр MIG 509.

Кедр MIG 509 - сварочный инвертор, обеспечивающий полуавтоматическую сварку сплошной проволокой в газовой среде. Особенности данной модели: плавная регулировка сварочного тока, напряжения, длины дуги, встроенная термозащита, принудительное охлаждение. Технические характеристики оборудования представлены в (таблице 7).



Рисунок 15 – Сварочный полуавтомат Кедр MIG 509.

Таблица 7 - Технические характеристики Кедр MIG 5

№	Наименование параметра	Значение
1	Напряжение питающей сети, В	380±15%
2	Сварочный ток, А (ПВ = 100%)	500
3	Пределы регулирования сварочного тока, А	30-500
4	Диаметр проволоки, мм	0,8; 1,0; 1,2
5	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,5-18
6	КПД, %	85
7	Напряжение холостого хода, В	60
8	Диапазон рабочего напряжения, В	15-44
9	Потребляемая мощность, кВА	24,6
10	Количество роликов, шт	4
11	Вместимость сварочной кассеты, кг	15
12	Расположение подающего устройства/катушки	выносное/снаружи
13	Габаритные размеры, мм	910x270x1300
14	Масса, кг	73

2.2.4 Приспособление для сборки и сварки

Для обеспечения необходимого качества сборки и сварки стропильной фермы, используется сборочно - сварочный стенд с набором приспособлений: пневматическо - эксцентриковыми и струбцино - винтовыми прижимами, ограничителями и упорами. Преимущества данного способа: высокая точность изготовления, быстрая переналадка оборудования, универсальность.

Приспособление имеет в своей конструкции два сборочно - сварочных стенда и кантователь (рисунок 17) для перемещение изделия на 180°.

Сборочно - сварочный стенд комплектуется опорной частью с регулируемыми ножками и рабочий поверхностью стенда, которая изготовлена из направляющих с сеткой отверстий 100 x 100 мм. С их помощью крепятся фиксирующие приспособления. Для правильного расположения фасонки в узловых точках используются ограничители и уголковые упоры. Ветви верхнего и нижнего пояса прижимаются

эксцентриковым пневмоприжимом к уголковым упорам. Струпцино - винтовые прижимы используются для фиксации свариваемых деталей (приложение В. ФЮРА 613.009.ВО).

Кантователь состоит из направляющей колонны и наружной рамы, с пневмодомкратом, посредством, которого происходит перемещение рамки с закрепленным изделием на 180°. Настройка сборочно - сварочного стенда выполняется по шаблону [3].

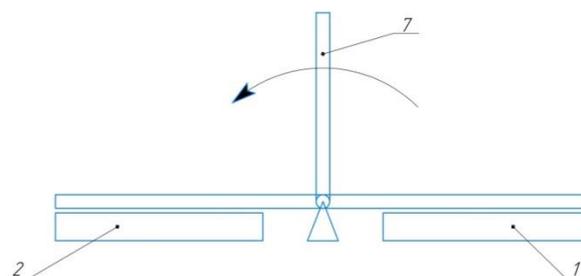


Рисунок 17 - Схема кантователя.

2.2.5 Порядок сборки и сварки

На первом этапе сборочно - сварочных работ кромки уголков прихватываются между собой в местах соприкосновения, контролируются геометрические размеры, а потом производится сварка стыкового соединения верхнего пояса.

Далее в узловых точках по ограничителям и упорам размещаются фасоноки. С помощью кран - балки, ветви верхнего и нижнего пояса выкладываются по упорам, прижимаются эксцентриковыми пневматическими и винтовыми прижимами к фасонкам и сухарям. Затем проверяются геометрические размеры верхнего и нижнего пояса, измеряется теоретическая длина между ними (по направлению стоек и раскосов) и наносятся риски на фасонки. После проведенного контроля производится сварка фасонки с элементами верхнего пояса.

Ориентируясь по совпадению рисок на фасонках и на концах стержней решетки выкладываются первые ветви стоек и раскосов. Стержни прижимаются к фасонкам и сухарям и свариваются.

С помощью кантователя собранная полуферма переворачивается на 180°. Выкладываются недостающие элементы, и прижимаются к фасонкам и сухарям. Производится окончательная сварка [3].

Описанный выше порядок сборки и сварки позволяет получить высокое качество, минимальные сварочные деформации и минимизировать перекантовку изделия.

Требования к сборочно - сварочным операциям более подробно изложены в картах технологического процесса (МП-1-02С00/С17, МП-1-02У00/Н1, МП-1-02У00/Т1. приложение А), а порядок сборки и сварки типового узла полигональной стропильной фермы более подробно изложен в ФЮРА 02190.001 (приложение А).

2.3 Контроль качества

Для обеспечения качества выпускаемого изделия используется визуально - измерительный и ультразвуковой контроль [7].

Визуально - измерительный контроль проводится на всех этапах изготовления в объеме ста процентов:

- перед сборкой выполняется на этапе подготовке деталей к сборке с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, расслоений, закатов, забоин, рисок, раковин и других несплошностей; проверки геометрических размеров заготовок, полуфабрикатов и деталей; проверки допустимости выявленных деформаций и поверхностных несплошностей;

- после сборки свариваемых элементов (заготовок, полуфабрикатов, деталей) проводится с целью выявления и проверки обеспечения допустимых размеров зазоров, смещений кромок, формы и размеров кромок и геометрического положения (излома или перпендикулярности) осей и поверхностей собранных элементов;

- после сварки проводится с целью выявления недопустимых дефектов: трещин всех видов и направлений, подрезов, наплывов, прожогов, наличия кратеров, смещений кромок сварочных элементов свыше норм, не прямолинейностей соединенных элементов, несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации [9].

Перед визуальным контролем околошовная зона основного металла зачищается на ширину 20 мм [6].

Только после того как сварное соединение прошло ВИК, сварной шов допускается к ультразвуковому контролю [10].

УЗК проводится в объеме 0,5 процентов от длины сварных швов [7].

Поверхность соединения, по которой перемещается преобразователь, не должна иметь вмятин, неровностей и загрязнений.

При проведении УЗК используется: ультразвуковой дефектоскоп с пьезоэлектрическими преобразователями, вспомогательные приборы и аппараты для соблюдения параметров сканирования и измерения характеристик выявленных дефектов, образцы для настройки дефектоскопа.

3 План размещения оборудования в производственном цеху

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить расстановку основного и вспомогательного оборудования в производственном цеху и обеспечить технологическую взаимосвязь между его участками, в процессе изготовления конструкции [11].

План расстановки оборудования выполнен графически в приложении Г (ФЮРА 6128.009.ВО) согласно ОНТП 09-96.

Согласно плану производственный цех состоит из двух пролетов с волновым движением технологического процесса.

В первом пролете располагается склад металла, механический участок, промежуточный склад, помещения служебно - бытового комплекса, в которых размещаются стеллажи для хранения сортового и листового проката, разметочная плита, гильотинные ножницы, фрезерный и сверлильный станок, машина плазменной резки с ЧПУ, рольганги. А так же помещения служебно-бытового комплекса: административные, бытовые, ремонтных служб и ОТК, склад вспомогательных и сварочных материалов.

Во втором пролете располагаются: склад готовой продукции, пескоструйный, сборочно - сварочный, покрасочный и контрольный участок, в которых размещаются стеллажи, стенды, сборочно - сварочные приспособления.

Перемещение деталей вдоль пролетов осуществляется кран - балками грузоподъемностью пять тонн. Между пролетами элементы перемещаются по рельсовому пути, таким же образом производится их транспортировка на покрасочный участок и на склад готовой продукции.

При составлении плана расстановки оборудования были предусмотрены места для хранения газов (ацетилена, углекислоты и кислорода), а также рампы для подачи газа к местам проведения заготовительных и сварочных работ.

4 Требования к организации сварочного производства

При организации сборочно - сварочных работ, должно быть обеспечено надлежащее качество сварных соединений за счет:

- применения исправного оборудования;
 - использования сварочных материалов надлежащего качества;
- прошедших соответствующий контроль;
- выполнения технологических требований по сборке и сварке изделий, регламентированных ПТД;
 - выполнения операционного контроля процессов сборки и сварки;
 - своевременного выполнения контроля качества готовых сварных соединений.

При большом объеме сборочно - сварочных работ снабжение производственных участков кислородом, горючим и углекислым газом для резки и сварки осуществляется централизованным путем с помощью разводок от центра питания к сварочным постам.

В зависимости от местных условий в качестве горючего газа для резки используется ацетилен, пропан - бутан или природный горючий газ. Ацетилен для резки применяется при значительной удаленности производства от нефтеперегонных заводов и трубопроводов природного газа, когда технически невозможно или экономически нецелесообразно использовать пропан - бутан или природный газ [7].

Сварочное оборудование и сварочные материалы, применяемые при сварке, должны соответствовать применяемым технологиям сварки, обладать сварочно - технологическими характеристиками и качествами, обеспечивающими свойства сварных соединений в пределах значений, установленных требованиями ПТД.

На сварочном участке в теплом отапливаемом помещении оборудуется склад для хранения сварочного материала. В нем должна поддерживаться температура не ниже 15°C, при этом относительная влажность не должна быть более пятидесяти процентов.

Сварочные материалы хранятся отдельно по маркам, партиям и диаметрам, в условиях предохраняющих их от увлажнения и механических повреждений.

Очистка и намотка проволоки в кассеты для МП производиться на стационарном рабочем месте специально выделенным для этого рабочим. Все кассеты с намотанной проволокой должны иметь этикетки с указанием марки и диаметра проволоки [7].

Сварочные работы выполняются в соответствии с производственно - технологической документацией, включающей производственные инструкции и технологические карты по сварке, утверждённой техническим руководителем предприятия, осуществляющим сварочные работы. В ПТД отражаются требования к применяемым сварочным технологиям, технике сварки, сварочным материалам и оборудованию, контролю сварных соединений. В технологических картах отражаются режимы сварки, последовательность операций, технические приемы, а также технологические особенности процесса сварки, обеспечивающие качество соединений.

В зависимости от объема сварочных работ и числа работающих сварщиков и в соответствии с положением о службе сварки в организации устанавливается численность инженерно - технических работников по сварке и наладчиков сварочного оборудования.

Руководство сварочными работами осуществляется лицами имеющими документ о специальном образовании или подготовки в области сварки. Сварка металлоконструкций зданий промышленных объектов производится сварщиками, имеющими удостоверения на право производства соответствующих сварочных работ, выданные им согласно требованиям «Правил аттестации сварщиков», утвержденных Госгортехнадзором России.

Перед началом сварочных работ руководитель сварочных работ проверяет выполнение всех подготовительных мероприятий и доводит, под роспись, требования технологических карт по сварке до исполнителей.

Сварщик, впервые приступающий к сварке, независимо от наличия удостоверения, перед допуском к работе выполняет допускное сварное соединение. Конструкцию допускных сварных соединений, а также методы и объём контроля качества сварки этих соединений определяется руководителем сварочных работ в соответствии с требованиями ПТД.

К сварке стыков разрешается приступать только после приемки мастером по сварке или прорабом по монтажу собранных стыков, о чем производится отметка в журнале сварочных работ [7].

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В31	Ханьжин Роман Вавилович

Школа	Неразрушающего контроля	Отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Суть работы заключается в разработке технологии сборки и сварки стропильной фермы обеспечивающие качественную сборку и сварку конструкции.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i>	<i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, оценка сравнительной эффективности проекта, SWOT-анализ</i>
2. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В3	Ханьжин Роман Вавилович		

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Сварная ферма является основным конструктивным элементом при сборке кровельных перекрытий промышленных зданий (заводов, фабрик, складов и др.) и павильонов. Поэтому разработка эффективных технологических процессов изготовления конструктивных элементов является актуальной задачей. Особенности технологии сборки и сварки стропильных ферм является качество получаемой продукции, безопасность и надежность. Достигается путем внедрения точных станков с ЧПУ, использование пескоструйной обработки, контроль на всех этапах изготовления.

На рынке производства стропильных ферм в сибирском округе имеются два основных конкурента. Первый конкурент ООО «Завод металлоконструкции Сибири», второй ООО «Завод Металл - Сервис».

Данные конкуренты имеют определенную долю рынка по производству сварных металлоконструкций, в том числе и стропильных ферм. Нам необходимо оценить перспективность и рентабельность внедрения технологии сборки и сварки стропильных ферм [12].

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемую технологию, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;

- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);

- бюджет разработки;

- уровень проникновения на рынок;

- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки [12].

Таблица 9 - Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество изделия	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
2. Качество сварных швов	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
3. Прочность	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
4. Безопасность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Универсальность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Эргономичность	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
7. Технологичность	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
8. Надежность	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
2. Срок эксплуатации	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
3. Конкурентоспособность	0,05	3	4	3	0,1	0,2	0,15
4. Срок изготовления	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
5. Наличие сертификата	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
Итого:	1	59	58	53	4	4,1	3,55

Опираясь на полученные данные, можно сказать, что технология, рассмотренная в ВКР, эффективна по техническим и уступает по экономическим критериям.

Преимущества нашей технологии изготовления стропильных ферм: в безопасности конструкции, технологичности изготовления и качестве это достигается путем использования сборочно - сварочного стенда с быстросъемными прижимами, наличием автоматизированной линией раскройки сортового проката, использование станков с ЧПУ. На заводе по изготовлению ферм будет создана необходимая материально техническая база. Изделие, поступающая на строительные площадки, не нуждается в дополнительных процессах обработки, что сокращает время монтажа. Процесс производства по возможности автоматизирован и с полным циклом изготовления продукции.

На начальном этапе необходимы затраты на приобретение оборудования, что приведет к повышению цены. У конкурентов существует уже наработанная годами клиентская база. Для продвижения технологии на рынок следует выработать маркетинговую стратегию.

5.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно - исследовательский проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Таблица 10 - Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес крит ерия	Баллы	Максим альный балл	Относит ельное значение	Средневз вешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Качество изделия	0,1	80	100	0,8	0,08
2. Качество сварных швов	0,05	100	100	1	0,01
3. Прочность	0,1	100	100	1	0,1
4. Безопасность	0,1	100	100	1	0,1
5. Универсальность	0,05	70	100	0,7	0,035
6. Эргономичность	0,05	80	100	0,8	0,04
7. Технологичность	0,05	80	100	0,8	0,04
8. Надежность	0,1	80	100	0,8	0,08
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Цена	0,05	60	100	0,6	0,03
2. Срок эксплуатации	0,05	100	100	1	0,05
3. Конкурентоспособность	0,05	80	100	0,8	0,04
4. Срок изготовления	0,05	80	100	0,8	0,04
5. Наличие сертификата	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого:	1				0,67

P_{cp} - средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$P_{cp} = 67$ делая выводы такая разработка технологии сборки и сварки стропильных ферм считается средне-перспективной.

5.4 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

SWOT - это комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT - анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап - опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 11).

Таблица 11 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Заявленная экономичность и ресурсоэффективность технологии.	Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки
	С2. Экологичность технологии.	Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания
	С3. Простота технологии	Сл3. Необходимость в специалисте для настройки и применения данной системы.
	С4. Минимальное количество отходов производства	

<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Использование инфраструктуры АО «Сибсталь-конструкция»</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4. Использование разработки в промышленных масштабах</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством</p>		

Второй этап - выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды (таблицы 12-15).

Таблица 12 - Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	B1	+	0	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	+	-	-	0
	B4	+	0	0	-
	B5	0	0	-	+

Вывод по таблице 12: коррелирующие сильные сторон и возможностей проекта - B1C1C3C4, B2C1C2C3C4, B3C1, B4C1, B5C4.

Таблица 13 - Интерактивная матрица проекта (возможности и слабые стороны проекта)

		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	B1	0	-	-
	B2	+	-	-
	B3	0	0	0
	B4	+	0	0
	B5	0	+	+

Вывод по таблице 13: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта - B2Сл1, B4Сл1, B5Сл2Сл3.

Таблица 14 - Интерактивная матрица проекта (угрозы и сильные стороны проекта)

		C1	C2	C3	C4
Угрозы проекта	У1	-	0	+	+
	У2	+	-	0	+
	У3	0	+	-	0

Вывод по таблице 14: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У2С1С4, У3С2.

Таблица 15 - Интерактивная матрица проекта (угрозы и слабые стороны проекта)

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	0	-	-
	У2	+	0	+
	У3	+	0	+

Вывод по таблице 15: коррелирующие слабых сторон и угроз проекта – У2Сл1Сл3, У3Сл1Сл3.

Выявив соответствия сильных и слабых сторон научно исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды, можно определить потребность в проведении стратегических изменений.

Третий этап - составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 16).

Таблица 16 - SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и ресурсоэффективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Простота технологии</p> <p>С4. Минимальное количество отходов производства</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>Сл3. Необходимость в специалисте для настройки и применения данной системы.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Использование инфраструктуры АО «Сибсталь-конструкция»</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4. Использование разработки в промышленных масштабах</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>В связи свойствами разработки (экологичность, технологичность, экономичность, и т.д.) у нее есть шансы выйти на российский рынок. Есть необходимость заинтересовать инвесторов, чтобы данная разработка нашла практическое применение в промышленности.</p>	<p>Несмотря на достоинства разработки и на наличие возможностей ее реализации, она не развита на рынке из-за наличия альтернативных разработок. Соответственно, из-за незаинтересованности потенциальных потребителей отсутствует финансирование и необходимое оборудование для дальнейшего развития.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством</p>	<p>Технология отечественного производства мало востребовано на российском рынке. Следует усиленно продвигать разработку с целью создания спроса.</p>	<p>Следует выработать маркетинговую стратегию в области продвижения разработки на рынок.</p>

В результате проведенного SWOT - анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

5.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT - анализ.

Морфологический подход основан на исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес. Реализация метода предусматривает следующие этапы [12].

Морфологическая матрица технологии приведена в таблице 17.

Таблица 17 - Морфологическая матрица технологии

	1	2	3
А. Метод изготовления	Сборочно-сварочный стенд	Сборка по копиру	Сборка в кондукторе
Б. Сталь	Ст3сп	Ст4	09Г2С
В. Способ соединения деталей	Сварное соединение	Болтовое соединение	Эл. заклепками
Г. Способ сварки	Ручная	Механизированная	Автоматическая
Д. Сварочное оборудование	ВДУ-506	ВДУ-306	Bluveld Mega Mig 500S
Е. Сварочные материалы	Эл. Проволока	Электроды	-

Выбираем сочетание А1Б3В1Г2Д1Е1, так как это является наиболее рациональное решение с точки зрения функциональности и ресурсосбережения технологии.

5.6 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Чтобы составить ленточный график проведения проектных работ (на основе диаграммы Ганта), сначала следует составить таблицу временных показателей проведения проектной работы.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко - днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Диаграмма Ганта - горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей (студент или руководитель) [12].

Для удобства построения такого графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (15)$$

где: T_{ki} - продолжительность выполнения i - й работы в календарных днях;

T_{pi} - продолжительность выполнения i - й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (16)$$

где: $T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2018 год:

- количество календарных дней - 365;

- количество рабочих дней - 247;

- количество выходных и праздничных дней - 118.

Далее определим коэффициент календарности: $k_{\text{кал}} = \frac{365}{247 - 118} = 1,47$.

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 18).

Таблица 18 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	4	2,8	Руководитель	2,8	4
Выдача задания на тему	1	3	1,8	Руководитель	1,8	3
Постановка задачи	1	2	2,2	Руководитель	2,2	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки	2	5	3,2	Руководитель, Студент	1,6	2
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	21	Студент	21	31
Анализ существующего опыта	5	8	6,2	Студент	6,2	9
Подбор нормативных документов	4	7	5,2	Студент	5,2	8
Согласование полученных данных с руководителем	1	3	1,8	Руководитель, Студент	0,9	1
Разработка системы	20	30	21	Студент	21	36
Оценка эффективности и полученных результатов	2	3	2,4	Студент	2,4	4
Работа над выводом	1	2	1,4	Студент	1,4	2
Составление пояснительной записки	3	7	4,6	Студент	4,6	7

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя - 10 дн., студента - 97 дн., совместной работы - 3 дн.) равна 110 дн.

На основании таблицы 18 строим календарный план - график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 19).

Таблица 19 - Календарный план-график проведения ВКР по теме: технология сборки и сварки стропильной фермы

№ Работ	Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4											
2	Выдача задания на тему	Руководитель	3											
3	Постановка задачи	Руководитель	3											
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	2											
5	Поиск и изучение материалов	Студент	31											
6	Анализ существующего опыта	Студент	9											
7	Подбор нормативных документов	Студент	8											
8	Согласование полученных данных	Руководитель, Студент	1											
9	Разработка системы	Студент	36											
10	Оценка результатов	Студент	4											
12	Работа над выводом	Студент	2											
13	Составление пояснительной записки	Студент	7											

 – студент;  – руководитель.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В31	Ханьжин Роман Вавилович

Школа	Неразрушающего контроля	Отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является: Технология сборки и сварки стропильной фермы.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных 1.2. Анализ выявленных опасных	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ вредных и опасных факторов которые могут возникнуть при внедрении разработки в производство. - Воздушная среда и микроклимат. - Производственный шум. - Защита от поражения электрическим током. - Освещение. - Ультрафиолетовое излучение.
2. Экологическая безопасность:	2. Экологическая безопасность: 2.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду. 2.2 Мероприятия по защите окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 3.1 Вероятные ЧС, которые могут возникнуть на производстве. 3.2 Мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В31	Ханьжин Роман Вавилович		

6 Социальная ответственность

6.1 Производственная безопасность

Основная часть работы производится на сборочно - сварочном участке, поэтому в разделе ВКР «социальная ответственность» рассматриваются вопросы анализа и выявления возможных опасных и вредных производственных факторов на сборочно - сварочном участке. Разработан комплекс мероприятий, направленных на снижение и устранение потенциально вредных и опасных факторов производственной среды, мероприятия по противопожарной профилактике, охране окружающей среды и чрезвычайным ситуациям.

Для сборки и сварки и сварки стропильных ферм используется следующее оборудование:

Ножницы гильотинные механические	1 шт.;
Кран-балка Q = 5 т	1 шт.;
Сварочный инвертор Кедр MIG 509	1 шт.;
Сборочно - сварочный стенд	1 шт.;

В качестве основного материала используют сталь марки 09Г2С.

Сварка производится в среде защитного газа CO₂.

Разработанная технология сборки и сварки стропильной фермы может быть использована на предприятиях по изготовлению металлоконструкций.

6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки в производство

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Целью данного раздела - выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных для здоровья человека факторов, которые могут возникнуть при работе на сварочном производстве.

Виды и причины промышленного травматизма в сварочном производстве следующие:

- Ожоги (вследствие того, что в процессе сварки оголенные участки тела не были защищены от воздействия лучей сварочной дуги);
- Слезотечение (вследствие того, что глаза во время сварки не были защищены очками от действия лучей сварочной дуги);
- Отравление (причинами отравления являются: образующиеся при сварке пары окислов цинка, свинца, меди, марганца кремния, большая концентрация в воздухе углекислого газа, азота и плохая вентиляция);
- Травматизм при взрывах получается вследствие нарушения правил ведения производства сварочных работ, как, например: сварка или резка близко от емкостей с взрывоопасными веществами без соответствующей их дегазации;
- Поражение электрическим током (причина: не были соблюдены правила техники безопасности);
- Возникновение пожаров в следствии не соблюдения техники - безопасности.

На сборочно-сварочном участке следующие опасные и вредные факторы производственной среды по ГОСТ 12.0.003-15.

Применение электродуговой сварки требует такой организации сварочных работ, которая обеспечила бы максимально безопасность труда сварщиков и вспомогательных рабочих.

Таблица 20 - Вредные и опасные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1 Рубка заготовки на ножницах гильотинных механических	1.Превышение шума.	1.Движущиеся машины и механизмы;	СанПиН 2.2.4548-96
1.Зачистка кромок под сварку	2.Повышенная загазованность рабочей зоны.	подвижные части оборудования;	СанПиН 2.2.4.33 59-16
2.Транспортировка заготовок.	3.Повышенный уровень электромагнитных излучений.	2.Электрический ток.	ГОСТ 12.2.003-96
3.Газовая резка.	4.Недостаточная освещенность рабочей зоны.		ГОСТ 12.1.005-88
4.Механическая резка.			РД 34.03.204
5.Сварочные работы.			

6.1.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция

Микроклимат в производственном помещении и на рабочем месте оказывает существенное влияние на самочувствие работающего. Значительные колебания микроклимата могут приводить к перегреву или переохлаждению организма, что снижает производительность труда и влечет за собой заболевания и травматизм. Нормы производственного микроклимата, установлены системой стандартов безопасности труда СанПиН 2.2.4.548-96 «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Важнейшими мероприятиями по нормализации микроклимата в производственных

помещениях и в зонах рабочих мест являются: отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

В металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов [13].

Таблица 21 - Оптимальные и допустимые значения микроклимата для категории работ Пб:

Процессы	Влажность, %	Температура, Цельсия	Скорость, м/с
Оптимальные:			
Холодный	60-40	17-19	не более 0,2
Теплый	60-40	19-21	не более 0,2
Допустимые:			
Холодный	15-75	15-22	не более 0,5
Теплый	15-75	16-27	не более 0,5

При наличии теплового облучения работающих, температура воздуха на рабочих местах для категории работ Пб не должна превышать 21°C.

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами, составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов других видов не более 75%. Оставшиеся количество вредных веществ (10-20%) должно разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции [13].

Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 20 согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Таблица 22 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20%)	0,2
Железа оксид	6,0
Кремний диоксид	1,0
Хром (III) оксид	1,0
Хром (VI) оксид	0,01
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Азот диоксид	2,0
Марганец оксид	0,3
Озон	0,1
Углерода оксид	20,0
Фтористый водород	0,5/1,0

Очистка воздуха от аэрозолей осуществляется с помощью специального оборудования различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10 - 50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкие (менее 1 мкм). Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

В системе приточно - вытяжной вентиляции воздуха предоставляется в помещение приточной вентиляцией, а удаляется вытяжной, работающими одновременно. Место для забора свежего воздуха выбирается с учетом преобладающего направления ветра, вдали от мест загрязнений.

6.1.3 Производственный шум.

Производственный шум возникает в процессе работы механизмов, оборудования, инструментов (например: вентиляционных систем, станков, слесарных и сварочных работ).

Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно - сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Нормируемые параметры шума и вибрации на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–83 и СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно - эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

Допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих.

При работе в слесарно - сварочном цехе средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши и наушники. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10 - 15 дБ [14].

Для защиты от шума предусмотрено:

Наушники, которые обеспечивают более надежную защиту органов слуха.

Использование активных трубчатых глушителей абсорбционного типа для облицовки звукопоглощающими материалами внутренней поверхности воздухопроводов.

Установка однослойных ограждений из дюралюминия с слоем минераловатной плиты.

6.1.4 Правила безопасности при работе на механическом оборудовании и слесарным инструментом

В сборочно - сварочных цехах происходит обработка металла резанием, рубка на гильотинных ножницах. При выполнении данных операций возможны: порезы; защемления, захваты в движущихся частях механизмов; удары об твердые части оборудования и инструмента.

При выполнении слесарных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно РД 34.03.204 «Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями».

При выполнении работы нужно быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других.

Внимательно осмотреть место работы, привести его в порядок, убрать все мешающие работе посторонние предметы.

Проверить наличие и исправность инструмента, приспособлений и средств индивидуальной защиты (защитных очков, перчаток и т. п.).

При работе применять только исправные инструменты и приспособления.

При работе на ножницах или вальцах надежно зажимать деталь. При спуске рычага остерегаться удара по ноге и защемления руки между ножами или вальцами [15].

6.1.5 Защита от поражения электрическим током

Все оборудование сварочных цехов и участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ), а также ГОСТ 12.1.007.0 - 75 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование электросварочное и для плазменной обработки. Эксплуатация оборудования должна

соответствовать «Межотраслевым правилам труда при эксплуатации электрооборудования». Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок, имеющих в инструкциях заводов изготовителей [16].

Во избежание поражения электрическим током необходимо, чтобы изоляция, подводящих линий электрододержателей была неповрежденной, выдерживала необходимое испытательное напряжение и подвергалась периодическим проверкам. Изоляция проводов должна быть защищена от повреждений применение электросварочных проводов с поврежденной оплеткой и изоляцией запрещается. При повреждении оплетки провода его следует заключать в резиновый шланг.

Корпус источника питания и корпус сварочной машины или установки необходимо заземлять. Для присоединения заземляющего провода на электросварочном оборудовании должен быть предусмотрен болт диаметром 5÷8 мм, расположенный в доступном месте с надписью “Земля” (или условным обозначением “Земля”). Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких заземляемых аппаратов запрещается [16].

6.1.6 Освещение

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую посредством зрения; кроме того, оно утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих. Кроме того, при неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается брак продукции.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95* в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Согласно данному документу, норма общей освещенности в производственном здании при выполнении работ средней точности, сварочных работ составляет 200 лк, объединённый показатель дискомфорта UGR не более 25 и коэффициент пульсации не более 20 %.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности).

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывает человек, должно быть предусмотрено естественное освещение, создаваемое светом неба. Коэффициент естественной освещенности (КЕО) должен быть не менее 0,8%.

6.1.7 Ультрафиолетовое излучение (УФИ)

Горение сварочной дуги сопровождается излучением ослепительно ярких световых лучей и невидимых глазом УФ и ИК лучей. Спектр излучения включает участок ИК волн (3430 - 760 нм), видимый участок (760 - 400 нм) и УФ участок (400 - 180 нм).

Видимые световые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологически переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи обладают главным образом тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги. При современных способах сварки тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5 - 6 кал/см²*мин. Источниками тепловой радиация являются дуга и в меньшей степени нагретый металл.

Для защиты от излучения используются сварочные маски и щитки конструкция масок должна соответствовать ГОСТ 12.4.035-78 и ТУ 3441-003-07515055-97. Система стандартов безопасности труда. Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Защита расстоянием – это удаление обслуживающего персонала от источников УФ - излучения на безопасную величину; экранирование рабочих мест - (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений (используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны»); рациональное размещение рабочих мест.

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду

При проведении сварочных работ образуются сварочные аэрозоли в состав которых входят: аэрозоли металлов и их окислов (железа, марганца, хрома, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразных фтористых соединений и многих других элементов. Кроме аэрозолей в состав дыма могут входить вредные газы: окиси углерода, азота и озона. Горение сварочной дуги сопровождается излучением ослепительно ярких световых лучей и невидимых глазом УФ. Акустическое загрязнение возникает в процессе работы механизмов, оборудования, инструментов (например: вентиляционных систем, станков, слесарных и сварочных работ).

Попадая в атмосферу населенных пунктов, эти загрязнители способны вызвать кислотные дожди, повысить заболеваемость населения болезнями дыхательных путей, вызвать аллергизацию населения, нарушить работу важнейших органов и систем органов в организме человека.

6.2.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Очистка воздуха от выброса двухступенчатую фильтрацией; на первой степени фильтрующий материал - лавсан 200, на втором - ткань ФПП - 15, эффективность очистки составляет 0,99, что позволяет снизить экологический урон на 20 - 25 %.

Энергетическое загрязнение снижают за счет экранирования внешнего пространства стенами из железобетонных конструкций. В результате загрязнения снижается к биологически безопасной величине (Е 5000 В).

Акустическое загрязнение снижено за счет использование активных трубчатых глушителей абсорбционного типа для облицовки звукопоглощающими материалами внутренней поверхности воздухопроводов. Установка однослойных ограждений из дюралюминия с слоем минераловатной. Приведенные выше мероприятия позволяют снизить уровень шума до 40 дБ, что ниже от допустимого уровня для территорий, которые прилегают к жилым домам ($L < 45$ дБ).

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1 Вероятные ЧС, которые могут возникнуть на производстве

Производство находится в городе Томске. Характерные особенности данной области сильные морозы в зимнее время года. Наиболее вероятными видами ЧС в данной местности являются пожары, угроза взрывов, терроризм.

6.3.2 Мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в ЧС

В производственном цеху большой риск возникновения пожаров. Необходима система предупреждения и оповещения пожарной безопасности. Участки риска оснащаются не только датчиками, но и средствами ликвидации огня. Как правило, на них находится звуковая сигнализация,

противопожарный щит и аварийная насосная станция для самостоятельного ведения борьбы с огнем до прибытия централизованных подразделений.

Возникновение пожара, возможно, предотвратить путем осуществления соответствующих инженерно - технических мероприятий при проектировании и эксплуатации технологического оборудования, энергетических и санитарно - технических установок, а также соблюдением установленных правил и требований пожарной безопасности.

Важнейшими пожарно - профилактическими мероприятиями являются:

Правильный выбор электрооборудования и способов его монтажа с учетом пожароопасности окружающей среды, систематический контроль исправности защитных аппаратов и устройств на электрооборудовании, постоянный надзор за эксплуатацией электроустановок и электросетей силами электротехнического персонала.

Оборудование эффективной вентиляции, исключающей возможность образования в помещении взрывоопасной смеси, и обеспечение нормальной работы вентиляции в окрасочных и сушильных камерах и других аппаратах.

Создание условий, обеспечивающих пожарную безопасность при работе с нагретыми до высокой температуры изделиями и расплавленным металлом, при сварочных и других огневых работах.

Обеспечение надежной герметизации производственного оборудования и турбопроводов с огнеопасными продуктами и немедленное устранение неисправностей при выявлении утечек продуктов в окружающую среду.

Запрещение хранения, транспортирования и содержания на рабочих местах огнеопасных жидкостей и растворов в открытых емкостях (в ведрах, открытых баках и т. п.).

Проведение разъяснительной работы среди рабочих и служащих по соблюдению правил пожарной безопасности [17].

6.4 Организационные вопросы обеспечения безопасности

Лица, поступающие на работу, связанную с электросваркой, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»

Согласно «Списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день», утвержденного постановлением Госкомтруда СССР и Президиума ВЦСПС от 25 октября 1974 г. № 298/П-22 (с изменениями на 29 мая 1991 года). Электросварщикам при работе в помещении полагается дополнительный отпуск продолжительностью не менее 12 дней.

В помещении, где проводятся сборочно - сварочные работы должна находиться аптечка первой медицинской помощи, огнетушитель, ящик с песком.

Оно должно оборудоваться системой отопления в зимний период и охлаждения воздуха в летний период. Помещение должно иметь естественное и искусственное освещение, приточно - вытяжную вентиляцию.

Поверхность напольного покрытия в помещениях, где производятся сварочные работы должна быть ровной, без выбоин, не должна быть скользкой, обладать антистатическими свойствами. Материал пола на сварочном участке должен быть огнестойким (бетон, кирпич, цемент). При окрашивании стен применяют краску светло - серого цвета (желтый крон, титановые, цинковые белила), способную поглощать ультрафиолетовые лучи. В кабине предусматривают местную вентиляцию, воздухообмен которой на каждого рабочего должен составлять 40 куб. м/ч.

Расположение вентиляционного отсоса должно быть предусмотрено так, чтобы выделяемые при сварке газы сразу им всасывались, минуя попадание в дыхательные пути сварщика.

Проход между сварочным аппаратом и между установкой для автоматической сварки должен быть не менее 1,5 м; Расстояние между стационарным сварочным аппаратом и стеной или колонной должно составлять не менее 0,5 м, а расстояние между стеной или колонной и сварочным автоматом - не менее 1 м.

Для отсоса газов и пыли от сварочной дуги располагать вытяжной зонт над приспособлением для сварки защитной гильзы ротора недопустимо. При такой организации рабочего места поток поднимающихся газов и пыли частично проходит через зону дыхания сварщика. Рекомендуется применение местного воздухоотсоса.

Заключение

В результате выполненной выпускной квалификационной работы была разработана технология сборки и сварки полигональных стропильных ферм, а так же была выполнена планировка расстановки оборудования в производственном цеху для мелкосерийного производства стропильных ферм.

Выбран оптимальный способ сварки, сварочные материалы и параметры режима сварки, сборочно - сварочное оборудование.

В экономической части проведен анализ конкурентных технических решений, были выявлены преимущества и недостатки технологии по сравнению с конкурентами. Преимуществами предложенной технологии является: технологичность, безопасность и высокое качество продукции.

В результате проведенного SWOT - анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из - за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

Проведен анализ вредных и опасных ситуаций на производстве. Предложены мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуации и их ликвидации в случае возникновения.

Результаты ВКР могут найти практическое применение на производстве по изготовлению сварных ферм и других металлоконструкций.

Список используемой литературы

- 1 Горев В.В. Металлические конструкции. - М: Высшая школа, 2004. - 551.
- 2 Белоконь В.М. Производство сварных конструкций. – М: Высшая школа, 1998. - 357.
- 3 Куркин С.А. Технология механизация и автоматизации производства сварных конструкций. - М: Машиностроение, 1989. - 319.
- 4 Ковтунов А.И. Проектирование сборочно-сварочных цехов. - Тольяти: Изд-во ТГУ, 2006. - 55.
- 5 Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 80.
- 6 Азаров Н.А. Производство сварных конструкций - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 146.
- 7 РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
- 8 Дедюх Р.И. Технология сварки плавлением - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. - 146.
- 9 РД 03-606-03 Инструкция по визуальному измерительному контролю.
- 10 ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- 11 Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов – М: машиностроение, 1980. - 319.
- 12 Видев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 36.

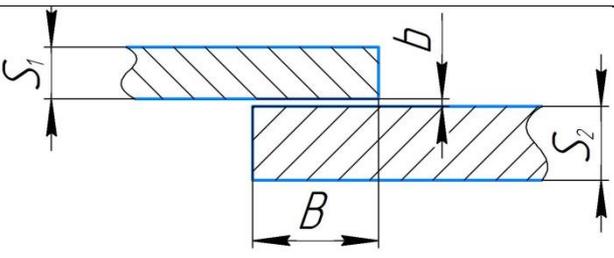
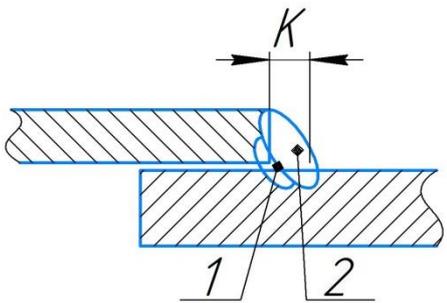
- 13 СанПиН 2.2.4.548-96 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 14 СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
- 15 РД 34.03.204 Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями.
- 16 ГОСТ 12.1.007.0 - 75 Система стандартов безопасности труда.
- 17 ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

Приложение А
(обязательное)

«Комплект технологической документации»

Карта технологического процесса сварки
 Шифр однотипности – **МП-1-02У00/Н1**
 Характеристики процесса

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	МП
3	Основной материал (марки)	09Г2С
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	7 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	УШ
9	Тип соединения	Н
10	Вид шва соединения	Ос, бп
11	Форма подготовки кромок	Н1
12	Положение при сварке	Н2
13	Защитный газ	СО ₂
14	Режим подогрева	Без подогрева
15	Режим термообработки	Без термообработки

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва			
 <p align="center"> $b=0-1$ мм, $B=$не менее 60 мм. </p>				
	$S_1, \text{мм}$	$S_2, \text{мм}$	$K, \text{мм}$	Число проходов В
	7	10	7	2
	5	10	5	2

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок сортового и листового металла, должна выполняться механическим способом или газовой резкой с последующей механической обработкой поверхности рез с удалением слоя толщиной не менее 1 мм. Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению, до сборки устранить зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями. В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности. Нанести спрей PINGO A660 на кромки и 20-30 мм на прилегающие к ним зоны металла.

Требования к сварочным материалам: Перед применением проволока должна быть проконтролирована путем внешнего осмотра на предмет определения чистоты поверхности. При необходимости проволоку очистить от ржавчины и грязи травлением в 5 % растворе соляной, либо наждачной шкуркой до металлического блеска.

Способ сборки: На сборочно-сварочном стенде с применением УССП.

Требования к сборке: Величина нахлеста между деталями не менее 60 мм.

Сварочное оборудование: Сварочный полуавтомат Кедр MiG 509.

Параметры процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
1-й	1,2	15	Пост.ток Обр. полярность	190-210	24-26	10-16
2 -й	1,2	15		190-210	24-26	10-16

Технологические требования к сварке: Сварку выполнить на проход. Выполнить корневой слой шва зачистить от брызг, провести визуальный контроль поверхности шва, выполнить облицовочный слой шва. Дугу возбуждать между кромками или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. Выполненный шов должен быть зачищен до плавного перехода к основному металлу.

После окончания сварки со шва и околошовной зоны должен быть удалены наплывы и брызги металла. Удалить брызги металла после остывания шва (через 1- 2 минуты после потемнения) протиранием сухой тканью, или щелочью, уайт-спиритом.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на расстоянии 40-60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Требования по контролю качества сварного соединения: Перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, величину нахлеста. В процессе сварки контролю подлежат: порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат: клеймение, размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 34.15.132-96
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	

Разработал _____ Ханьжин Р.В.

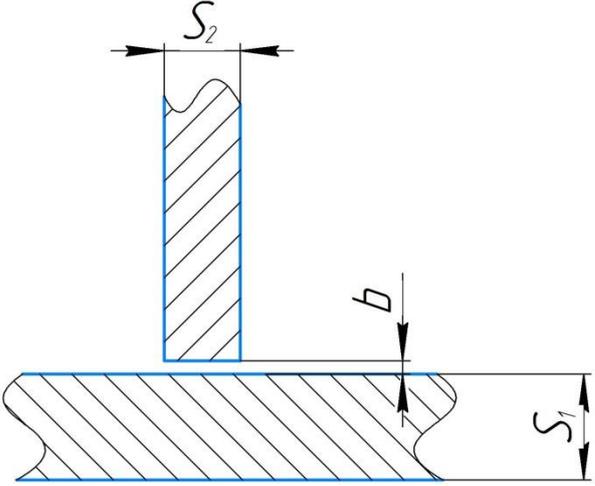
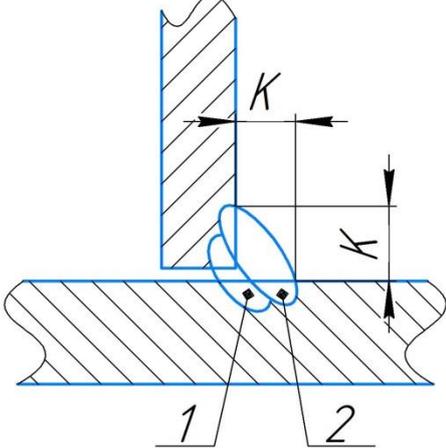
Согласовал _____ Дегтерев А.С.

Карта технологического процесса сварки

Шифр однотипности – **МП-1-02У00/Т1**

Характеристики процесса

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	МП
3	Основной материал (марки)	09Г2С
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	7 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	УШ
9	Тип соединения	Т
10	Вид шва соединения	Ос, бп
11	Форма подготовки кромок	Т1
12	Положение при сварке	Н2
13	Защитный газ	СО ₂
14	Режим подогрева	Без подогрева
15	Режим термообработки	Без термообработки

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва			
 <p style="text-align: center;">$b=0-1,5 \text{ мм,}$</p>				
$S_1, \text{мм}$	$S_2, \text{мм}$	$K, \text{мм}$	Число проходов в	
10	7	7	2	
10	5	5	2	

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок сортового и листового металла, выполняться механическим способом или газовой резкой с последующей механической обработкой поверхности рез с удалением слоя толщиной не менее 1 мм. Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению, до сборки устранить зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями. В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности. Нанести спрей PINGO A660 на кромки и 20-30 мм на прилегающие к ним зоны металла.

Требования к сварочным материалам: Перед применением проволока должна быть проконтролирована путем внешнего осмотра на предмет определения чистоты поверхности. При необходимости проволоку очистить

от ржавчины и грязи травлением в 5 % растворе соляной, либо наждачной шкуркой до металлического блеска.

Способ сборки: На сборочно-сварочном стенде с применением УССП.

Требования к сборке: Зазор между деталями не более 1,5 мм.

Сварочное оборудование: Сварочный полуавтомат Кедр MiG 509.

Параметры процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
1-й	1,2	15	Пост.ток Обр.	190-210	24-26	10-16
2 -й	1,2	15	полярность	190-210	24-26	10-16

Технологические требования к сварке: Сварку выполнить на проход. Выполнить корневой слой шва зачистить от брызг, провести визуальный контроль поверхности шва, выполнить облицовочный слой шва. Дугу возбуждать между кромками или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. Выполненный шов должен быть зачищен до плавного перехода к основному металлу.

После окончания сварки удалить брызги и спрей с поверхности шва и околошовной зоны металла после остывания (через 1- 2 минуты после потемнения) щеткой, ветошью или раствором уайт-спирита.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на расстоянии 40—60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на

расстоянии 40-60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Требования по контролю качества сварного соединения: перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, величину нахлеста. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат: клеймение, размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 34.15.132-96
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	

Разработал _____ Ханьжин Р.В.

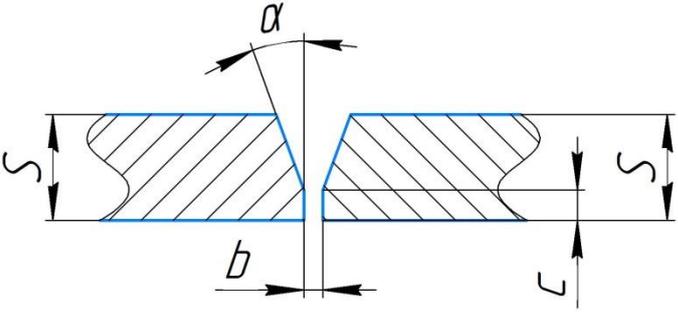
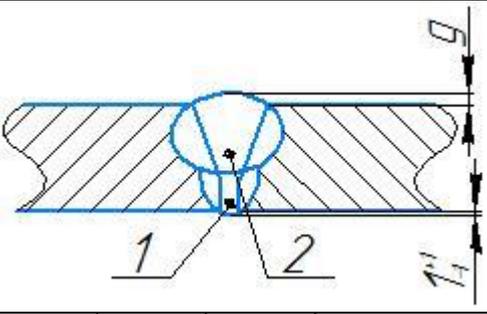
Утвердил _____ Дегтерев А.С.

Карта технологического процесса сварки

Шифр однотипности – **МП-1-02С00/С17**

Характеристики процесса

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	МП
3	Основной материал (марки)	09Г2С
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	7 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	СШ
9	Тип соединения	С
10	Вид шва соединения	Ос, бп
11	Форма подготовки кромок	С17
12	Положение при сварке	Н1
13	Защитный газ	СО ₂
14	Режим подогрева	Без подогрева
15	Режим термообработки	Без термообработки

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва			
 <p style="text-align: center;"> $b=0-2 \text{ мм,}$ $c=0-2 \text{ мм}$ $\alpha=18-22^\circ$ </p>				
	S, мм	e, мм	g, мм	Число проходов
	7	6-10	0-2,0	2

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок сортового металла, обработка кромок под сварку должны выполняться механическим способом или газовой резкой с последующей механической

обработкой поверхности рез с удалением слоя толщиной не менее 1 мм. Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению, надлежит до сборки устранять зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями. В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности. Нанести спрей PINGO A660 на кромки и 20-30 мм на прилегающие к ним зоны металла.

Требования к сварочным материалам: Перед применением проволока должна быть проконтролирована путем внешнего осмотра на предмет определения чистоты поверхности.

Способ сборки: на прихватках.

Требования к сборке: допускается смещение свариваемых кромок элементов в плоскости перпендикулярной оси шва не более 1 мм.

Требования к прихваткам: выполнить прихватку длиной 20-30 мм, высотой 3-5 мм на расстоянии 50 мм от края собираемой детали.

Сварочное оборудование: Сварочный полуавтомат Кедр MiG 509.

Параметры процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
Прихватки	1,2	15	Пост. ток Обр. полярность	230-250	26-28	10-16
1-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16
2-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16

Технологические требования к сварке: Наложение шва поверх прихваток допускается только после зачистки кромок основного металла от брызг. Сварку выполнить на проход. Выполнить корневой слой шва, зачистить от брызг, провести визуальный контроль поверхности шва, выполнить облицовочный слой. Дугу возбуждать в разделке кромок или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. Выполненный шов должен перекрывать кромки на 1–3 мм.

После окончания сварки удалить брызги и спрей с поверхности шва и околошовной зоны металла после остывания (через 1- 2 минуты после потемнения) щеткой, ветошью или раствором уайт-спирита.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на расстоянии 40—60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Требования по контролю качества сварного соединения: Перед началом сварки проверяется: наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы; качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки; состояние кромок и прилегающих поверхностей; наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных

материалов; состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования.

В процессе сварки проверяется: режим сварки; размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва; наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 34.15.132-96
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	
УЗК	0,5 % от длины шва	ГОСТ Р 55724-2013	

Разработал _____ Ханьжин Р.В.

Согласовал _____ Дегтерев А.С.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА 02190.001

11

1

ТПУ ИШНК
отделение ЭИ

ФЮРА 02190.001

Узел полигональной сварной фермы

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение

высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Согласовал:

Ассистент ОЭИ Дегтерев А.С

« ____ » _____ 2018 г.

Утвердил:

Руководитель ООП

Доцент ОЭИ Хайдарова А.А.

« ____ » _____ 2018 г.

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
на изготовление трехстержневого узла полигональной сварной фермы



Проконтролировал:

Ассистент ОЭИ Дегтерев А. С.

« ____ » _____ 2018 г.

Разработал:

Студент гр. 3-1В31 Ханьжин Р.В.

« ____ » _____ 2018 г.

#

ГОСТ 3.1118-82 форма 2

										ФЮРА 02190.001		7								
										ФЮРА.60190.003										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код,наименование,оборудования									СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала									Обозначение,код										
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lb	Пл	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qk	Tu	Tn					
A27	1	2	1	015	Сварочная					РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76										
B28	9876541, Кедр MIG-509									3	18339	4	2	1						
B29	9876541, Сборочно-сварочный стенд, УССП									3	18466	5	1	1						
M30	Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, баллон газа СО ₂									ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85										
O31	Выполнить корневой шов, согласно ФЮРА.20190.002. Перед выполнением шва нанести спрей PINGO A660 на кромки и на 20-30мм																			
32	на прилегающие к ним зоны металла. Сврку выполнить на проход																			
РС33	H	I	10	11-13мм	12-20мм	O	24-26В	190-210А	8-14м/ч	144м/ч	10-16л/ч									
O34	Выполнить облицовочный шов, согласно ФЮРА.20190.002.Сварку выполнить на проход, швы выводить за свариваемую кромку на 20-30 мм до плавного перехода с основным металлом По окончании сварки провести визуально-измерительный контроль																			
РС35	H	I	10	11-13мм	12-20мм	O	24-26В	190-210А	8-14м/ч	144м/ч	10-16л/ч									
T36	Маска сварщика, УШС-3, струна, рулетка.																			
37																				
A38	1	2	1	020	Такелажная					РД 34.15.132-96										
B39	456786, Кантователь гидравлический									1	18466	4	1	1						
O40	Кантовать собранный узел на 180 градусов																			
ОК	Операционная карта																		7	

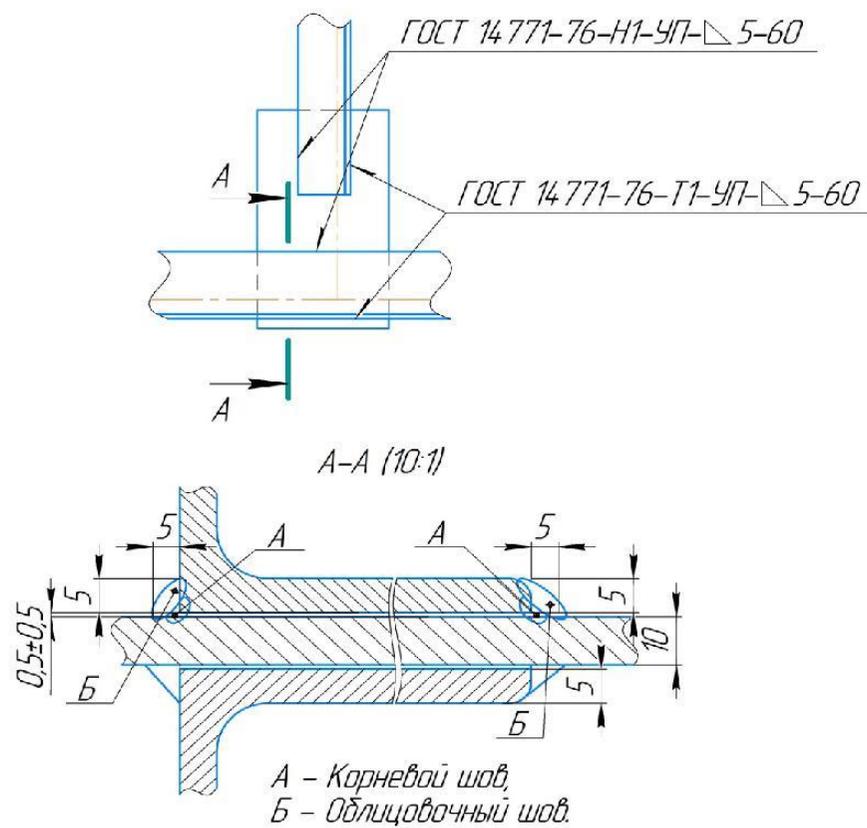
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				

ФЮРА.02612.009

11

ФЮРА.20190.003

030



Приложение Б
(обязательное)

«Отправочная марка»

Приложение В
(обязательное)

«Приспособление для сборки и сварки»

Схема расположения узловых точек М (1:100)

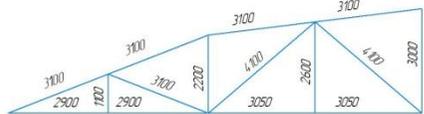
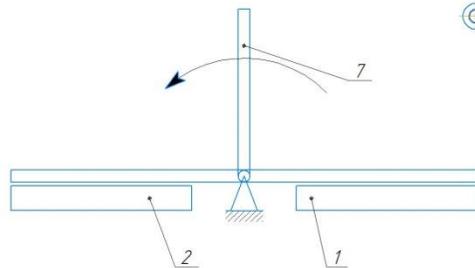
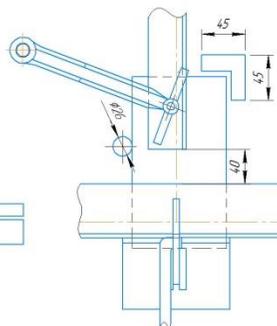


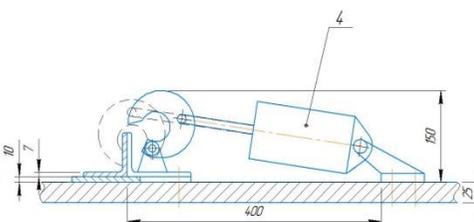
Схема кантователя



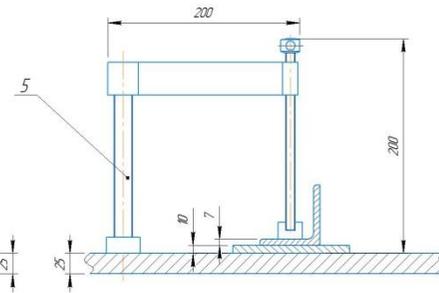
В (1:8)



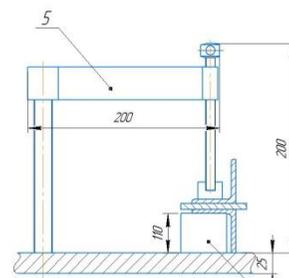
А (1:8)



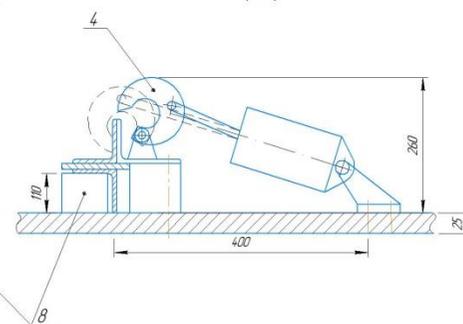
Б (1:8)



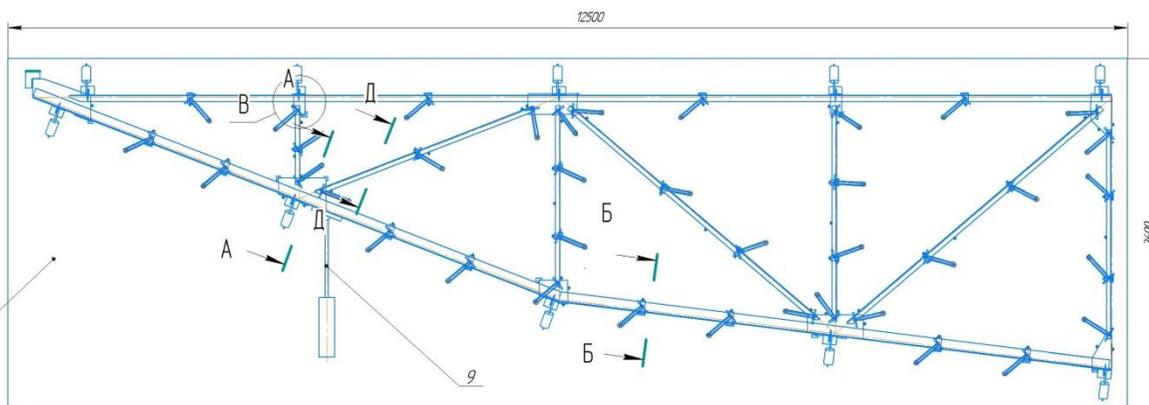
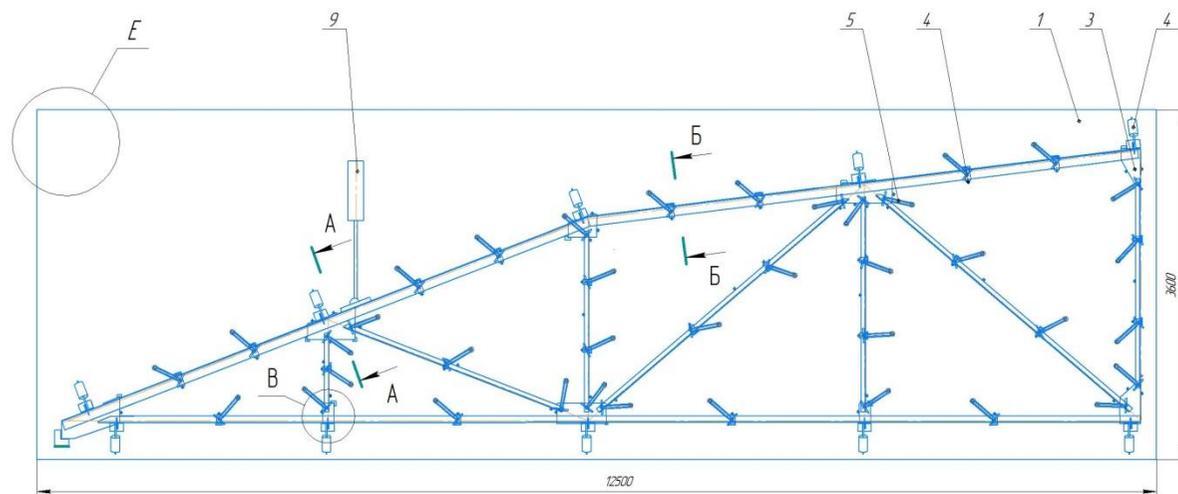
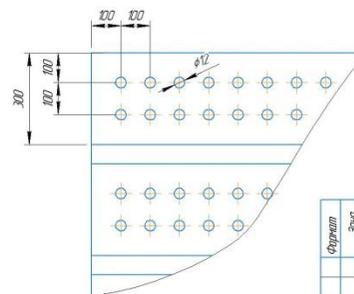
Д (1:8)



Г (1:8)



Е (1:8)



Фигура	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Лист	Примечание
	1			Сборочно-сварочный стенд	1	
	2			Сборочно-сварочный стенд	1	
	3			Изделие	1	
	4			Эксцентриковый пневмоприжим	12	
	5			Струйочно-винтовой прижим	13	
	6			Упор	66	
	7			Рама кантователя	1	
	8			Опорный элемент	66	
	9			Пневмоцилиндр	2	

ФЮРА. 613.009 В0

Имя	Колпач	Лист	Место	Лист	Дата	Стадия	Масса	Масштаб
Выполнил	Хмельни Р					У	150	
Проверил	Шестерев А					Лист		
						ТТЧ ИИЖК		
						Группа 3-1В31		
						Формат А1		

Технические требования

1. Струйочно-винтовые прижимы установить в местах контакта фасонак и сухарей с элементами решетки.

© ООО «ИИЖК» 2017. Все права защищены. Не для коммерческого использования.

Приложение Г
(рекомендуемое)

«План расстановки оборудования»

