

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**  
 Отделение **электронной инженерии**

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка конструкции приспособления для сборки и сварки колонны
УДК 621.791.01:692.297.057.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ91	Верхотурова Лариса Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Наталинова Н.М.	К.Т.Н.		11.06.21

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.С. Киселев	К.Т.Н.		

## Планируемые результаты освоения ООП

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки
ОПК(У)-2	Способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ОПК(У)-3	Способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере
ОПК(У)-4	Способностью осуществлять экспертизу технической документации
ОПК(У)-5	Способностью организовывать работу коллективов исполнителей, принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений, определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, и их элементов, по разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов
ОПК(У)-6	Способностью к работе в многонациональных коллективах, в том числе при работе над междисциплинарными и инновационными
ОПК(У)-7	Способностью обеспечивать защиту и оценку стоимости объектов интеллектуальной деятельности
ОПК(У)-8	Способностью проводить маркетинговые исследования и подготавливать бизнес-планы выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения
ОПК(У)-9	Способностью обеспечивать управление программами освоения новой продукции и технологий, проводить оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции, анализировать результаты деятельности производственных подразделений

ОПК(У)-10	Способностью организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников
ОПК(У)-11	Способностью подготавливать отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения
ОПК(У)-12	Способностью подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения
ОПК(У)-13	Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения
ОПК(У)-14	Способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способностью разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, оборудования, систем и нестандартного оборудования и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку
ПК(У)-2	Способностью разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении
ПК(У)-3	Способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии
ПК(У)-8	Способностью организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов оборудования и материалов
ПК(У)-9	Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
ПК(У)-10	Способностью и готовностью использовать современные психолого-педагогические теории и методы в профессиональной деятельности

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ВМ91	Верхотуровой Ларисе Александровне

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	Отделение электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	15.04.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности.

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИИ
4. Расчёт денежного потока
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ91	Верхотурова Л.А.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ВМ91	Верхотурова Лариса Александровна

<b>ШКОЛА</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Магистр	<b>Направление/специальность</b>	15.04.01 Машиностроение

**Тема дипломной работы: «Разработка конструкции приспособления  
для сборки и сварки колонны»**

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Сборочно-сварочное приспособление для сварки колонны крайней.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов <ul style="list-style-type: none"> <li>• Природа воздействия</li> <li>• Действие на организм человека</li> <li>• Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов)</li> <li>• СИЗ коллективные и индивидуальные</li> </ul> 1.2. Анализ выявленных опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Термические источники опасности</li> <li>• Электробезопасность</li> <li>• Пожаробезопасности</li> </ul>	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточная освещенность;</li> <li>• Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;</li> <li>• Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</li> <li>• Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ;</li> </ul> Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроопасность; класс электроопасности помещения, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ;</li> <li>• Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Выбросы в окружающую среду (сварочный

<ul style="list-style-type: none"> <li>Выбросы в окружающую среду</li> <li>Решения по обеспечению экологической безопасности</li> </ul>	аэрозоль, наждачный шлак, огарки сварочных электродов, перегоревшие люминесцентные лампы) и способы их утилизации;
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
<b>4. Перечень нормативно-технической документации.</b>	– ГОСТы, СанПиНы, СНиПы

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2021 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		18.05.2021 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ91	Верхотурова Л.А.		18.05.2021 г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 177 страниц, 21 рисунок, 35 таблиц, 37 источников, 8 приложений, 5 листов графического материала.

Ключевые слова: сборочно-сварочное приспособление, колонна строительная, сварочные деформации, базирование.

Объектом исследования является сборка и сварка колонны строительной, проектирование сборочно-сварочного приспособления.

Целью данной работы является расчет и конструирование сборочно-сварочного приспособления для сборки и сварки колонны крайней

В ходе работы был проведен расчет сил сварочных деформаций действующих на изделие в процессе сварки и кристаллизации сварочной ванны, разработана принципиальная схема приспособления.

В результате работы было спроектировано сборочно-сварочное приспособление для изготовления колонны крайней.

Весь процесс сборки и сварки изделия происходит на одном приспособлении с одним переворотом, что значительно сокращает трудоемкость процесса изготовления.

Спроектированное сборочно-сварочное приспособление рекомендуется к использованию на предприятиях специализирующихся на изготовлении строительных конструкций.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и представлена в напечатанном виде.

## **Нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения

ГОСТ 31.111.41-93 Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам. Основные параметры. Конструктивные элементы. Нормы точности.

ГОСТ 31.111.42-83 Детали и сборочные единицы универсально-сборочных приспособлений к металлорежущим станкам. Технические требования. Методы контроля. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

РД 50-635-87 Методические указания. Размерные цепи. Основные понятия.

ГОСТ 3.1107-81 Единая система технологической документации (ЕСТД). Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.

Р 50-54-93-88 Классификация, разработка и применение технологических процессов

ГОСТ 14637-89 (ИСО 4995-78) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.

## Содержание

	Введение	14
1	Обзор литературы	16
	1.1 Приспособления, применяемые в промышленности	16
	1.2 Технология изготовления конструкций типа колонны	20
	1.3 Метод расчета сборочно-сварочных приспособлений	24
2	Анализ сварной конструкции. Разработка технологии сборки и сварки	27
3	Схема базирования свариваемой конструкции	32
4	Размерная цепь	35
	4.1 Размерная цепь сварной конструкции	35
	4.2 Размерная цепь разрабатываемого приспособления	37
5	Схема действия сил на детали конструкции	39
	5.1 Сварочные деформации	39
	5.2 Расчет требуемых усилий прижима деталей	42
	5.2.1 Усилие прижатия на кромку	42
	5.2.2 Усилие прижатия в продольном изгибе	43
6	Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления.	45
7	Выбор винтового прижима	46
8	Проектирование основания приспособления	49
	8.1 Расчет опорной балки	49
	8.2 Расчет цепного кантователя	50
9	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	53
	9.1 Предпроектный анализ	54
	9.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	54
	9.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	55
	9.1.3 SWOT-анализ	58
	9.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	63
	9.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	64
	9.2 Инициация проекта	65
	9.2.1 Цели и результат проекта	65
	9.2.2 Организационная структура проекта	67
	9.2.3 Ограничения и допущения проекта	67
	9.3 Планирование управления научно-техническим проектом	69
	9.3.1 Иерархическая структура работ проекта	69
	9.3.2 Контрольные события проекта	70
	9.3.3 План проекта	71
	9.3.4 Бюджет научного исследования	75
	9.3.5 Формирование бюджета затрат научно-	81

	исследовательского проекта.	
	9.4 Организационная структура проекта	
	9.5 Матрица ответственности.	82
	9.6 План управления коммуникациями проекта	83
	9.7 Реестр рисков проекта	84
	9.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	85
	9.8.1 Оценка абсолютной эффективности исследования	85
	9.8.2 Оценка сравнительной эффективности исследования	89
	9.9 Вывод	92
10	Социальная ответственность	92
	10.1 Введение	92
	10.2 Производственная безопасность	94
	10.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении	94
	10.2.2 Превышение уровней шума	95
	10.2.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений	96
	10.2.4 Поражение электрическим током	97
	10.2.5 Освещенность	99
	10.2.6 Пожарная опасность	102
	10.3 Экологическая безопасность	105
	10.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	106
	10.5 Перечень НТД	108
	Заключение	109
	Список использованных источников	110
	Приложение А. С2435-КР.И-К Колонна крайняя	113
	Приложение Б. Технологические карты	115
	Приложение В. Маршрутные карты	144
	Приложение Г. Угольник магнитный 90 Degree Angle 600 MAGSWITCH 8100495	158
	Приложение Д. Кантователь FR604	159
	Приложение Е. ФЮРА 301320.32 Приспособление для сборки и сварки. Сборочный чертеж	160
	Приложение Ж. ФЮРА 301320.30 Опора. Сборочный чертеж	164
	Приложение З. Design of the device for the assembly and welding of the column	165

## **Введение**

Сварка – один из основных методов соединения деталей при изготовлении строительных металлоконструкций. Она позволяет изготавливать изделия сложной формы, быстро ремонтировать и восстанавливать оборудование и металлоконструкции. Использование сварочных технологий позволяет удешевить технологический процесс.

Соединения, полученные сваркой, обладают герметичностью и прочностью.

В связи с вышеперечисленным, сварку применяют при изготовлении ответственных конструкций, испытывающие на себе высокие давления, температуру, ударные нагрузки и т.д.

В настоящее время на первом месте стоит вопрос о повышении качества продукции, увеличение производительности труда.

Для реализации этих вопросов необходимо постоянно обновлять производство новыми разработками, повышающими уровень механизации, автоматизации сварочного производства, внедрять различные приспособления и механизмы.

Скорость и качество сборочно-сварочных работ особенно сильно зависит от сварочных приспособлений, сконструированных индивидуально под конкретное изделие, имеющее специфические конструктивные особенности.

Стальные колонны являются несущим каркасом здания и их применение экономически целесообразно при строительстве. Они выдерживают на себе вес каркаса крыши здания, а также при необходимости приспособления для подвесной кран-балки.

Сборка и сварка колонны трудоемкий процесс в виду больших габаритных размеров и веса изделия.

В настоящий момент большинство предприятий, изготавливающих колонны не используют ни каких сборочно-сварочных приспособлений, в связи

с чем при сварке часто происходит деформация изделия, требующая дополнительной правки на валках.

Одним из таких предприятий является ООО «Радикал».

Целью данной работы является расчет и конструирование сборочно-сварочного приспособления для сборки и сварки колонны крайней.

Основными задачами при выполнении данной работы будут расчет возможных усилий деформации при сварке изделия, расчёт и конструирование приспособления минимизирующего влияние усилий деформации.

# **1 Обзор литературы**

## **1.1 Приспособления, применяемые в промышленности**

Сборочно-сварочные приспособления должны обладать определенным набором свойствам, позволяющим повысить качество свариваемых изделий и увеличить производительность труда:

- приспособление должно быть удобно в эксплуатации: в процессе наложения прихваток и сварных швов. Места установки зажимов должны быть доступны для рабочих. В приспособлении должны быть использованы средства механизации, позволяющие легко снять готовое изделие с приспособления.

- сборочно-сварочное приспособление должно обеспечивать сборку и наложение сварных швов в соответствии с технологическим процессом. Приспособление должно обеспечивать изготовление качественного изделия, не деформированного при сварке.

- при конструировании сборочно-сварочного приспособления необходимо применять как можно больше типовых и стандартных деталей и механизмов. Детали и узлы приспособления должны быть технологичны. Все вышеперечисленное обеспечит легкость изготовления приспособления и уменьшит его себестоимость.

- для повышения производительности труда сборочно-сварочное приспособление должно обеспечивать, по возможности, сборку и сварку изделия при наименьшем числе поворотов. В собранном виде изделие должно свободно сниматься с приспособления.

- сборочно-сварочное приспособление не должно затруднять отвод тепла от сварочных швов. Должен быть обеспечен свободный доступ для наладки и контроля сварных швов.

- сборочно-сварочное приспособление должно быть ремонтнопригодным, безопасным и иметь высокий срок службы [2].

Вся технологическая оснастка, перечисленная в общероссийском классификаторе, делится по назначению на классы, подклассы. А в зависимости от конструктивных особенностей делится на группы.

Сборочно-сварочные приспособления делятся на следующие классы:

1. По выполняемым операциям технологического процесса (разметка, резка, сборка, сварка, контроль качества и т.д.);
2. По виду сварки (электродуговая, электрошлаковая, контактная и т.д.);
3. По степени специализации (приспособления, предназначенные для выполнения одной операции или универсальные приспособления);
4. По степени механизации (ручные, механизированные, полуавтоматические, автоматические);
5. По способу установки и возможности поворота (стационарные, передвижные, поворотные, неповоротные);
6. По источнику питания (пневматические, гидравлические, электромеханические и т.д.) [3].

Сборочно-сварочное приспособление состоит из трех стандартных блоков:

1. Основание.

- Основание сборочно-сварочного приспособления является основной несущей конструкцией всего приспособления. Оно несет на себе массу собираемого изделия.

- Основание сборочно-сварочного приспособления должно быть прочным и жестким.

- На основании могут крепиться фиксирующие элементы, прижимы приспособления.

- Основание позволяет точно расположить детали изделия в процессе сборки.

Основания не являются стандартными элементами приспособления из-за большого ассортимента свариваемых изделий. Для сборки и сварки небольших

изделий используют плиты с Т-образными пазами. Для крупногабаритных изделий применяют основания из сортовых профилей и стальных листов [3].

1. Фиксирующие элементы – представляют собой опоры, упоры, которые создают базовые поверхности сборочно-сварочного приспособления в соответствии с правилом шести точек [4].

Фиксирующие элементы могут как лишать деталь всех или нескольких степеней свободы, так и придавать изделию устойчивость.

2. Прижимы – устройства, предназначенные для закрепления заготовок при сборке изделия.

Прижимы различаются по источнику питания: механические, пневматические, магнитные и т.д.

В зависимости от сложности собираемого изделия, приспособление может иметь все или часть из перечисленных блоков [3].

Для снижения себестоимости изготовления сборочно-сварочных приспособлений были сконструированы универсально-сборочные приспособления для сварки (далее УСПС).

В комплект УСПС входят следующие элементы:

- базовые (плиты, угольники и др.);
- установочные (шпонки, пальцы, втулки, центры и др.);
- направляющие (втулки, планки и др.);
- прижимные (прихваты и прижимы);
- крепежные (винты, болты и др.);
- вспомогательные (рукоятки, пружины и др.)

Комплект УСПС состоит 2200-3400 деталей и узлов, из которых одновременно можно собрать несколько десятков приспособлений [5].

УСПС являются общемашиностроительным видом оснастки, на детали и сборочные единицы которой разработаны и утверждены государственные стандарты (ГОСТ 31.111.41–93 [6], ГОСТ 31.111.42–93 [7] и др.).

Очень часто процесс сборки и сварки связан с необходимостью переворота изделия. Для этой цели в сварочном производстве используются кантователи.

Все кантователи состоят из обязательных узлов: несущей конструкции (основание в виде опорных стоек), механизма крепления изделия (планшайбы, центры) и механизма вращения. Для увеличения технологических возможностей использования кантователей, их оборудуют механизмом подъема.

Для поворота и вращения длинных изделий используются двухстоечные кантователи с горизонтальной осью вращения (рис. 1а). На рисунке 1б представлен цепной кантователь, используемый в производстве тавровых конструкций. Изделие укладывается на провисающие цепи, которые закреплены на звездочках и блоках. Цепной кантователь имеет не менее двух опорных стоек. Замкнутая бесконечная цепь образует петлю, куда помещается собираемое изделие. Опорные стойки закрепляются в полу или на передвижной тележке (передвижной цепной кантователь) [2].

На рисунке 1в и 1г представлены роликовый стенд и роликовые кантователь с жесткой кинематической связью применяемые при сварке трубных конструкций [3].

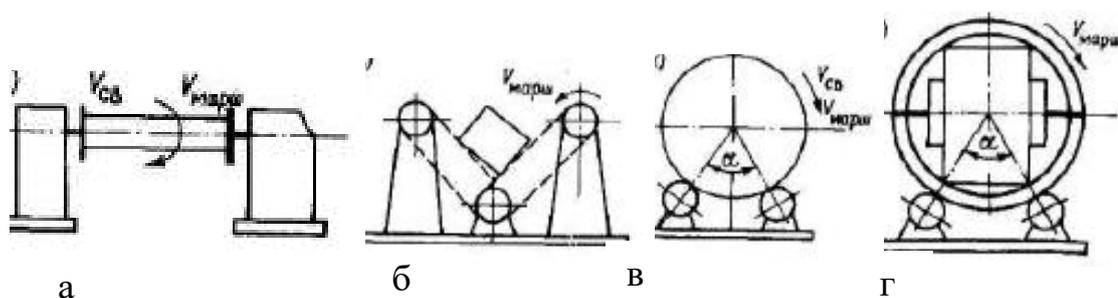


Рисунок 1 - Кантователи

На производстве сборочно-сварочные приспособления называют сборочными стендами. Это приспособления с неподвижной базовой поверхностью (чаще всего горизонтальной) с установленными на ней фиксирующими и прижимными элементами. Сварочные стенды делятся на

универсальные (крепежные элементы устанавливаются персонально для каждого изделия согласно чертежа) и специализированные (сконструированные под один вид изделий).

Основания (плиты) могут быть литыми из чугуна, а рамы и козлы – сварными [8, 9, 10].

## **1.2 Технология изготовления конструкций типа колонны**

Колонна металлическая – это строительная несущая конструкция, которая устанавливается вертикально, Строительные колонны служат опорами для перекрытий в здании, фронтонов и т.д. В настоящее время колонны не всегда являются несущей конструкцией, они так же могут выполнять и декоративную функцию в дизайнерском оформлении.

Технология сборки здания с помощью строительных колонн достаточно проста и позволяет в короткие сроки построить надежный каркас здания. В виду этого колонны строительные являются востребованными строительными конструкциями. Колонны используются в любых климатических условиях. [1].

Колонна имеет в своем составе оголовок, стержень и базу.

Оголовок – это плита и ребра жесткости (вертикальные и горизонтальные). Оголовок служит для установки конструкций, нагружающих колонну.

Стержень – это два швеллера, соединенных планками. Он является несущим элементом колонны.

База служит для закрепления колонны строительной на фундаменте и обеспечивает равномерное распределение нагрузки на нижнем конце колонны.

На практике существует несколько способов сборки и сварки строительных колонн. Для обеспечения технологичности, отдельно собирают и сваривают верхнюю и нижнюю части колонны, затем производят сборку и сварку всей колонны.

В литературе [11, 12, 13, 14] представлен способ сборки и сварки колонны строительной в сборочном кондукторе (рис. 2).

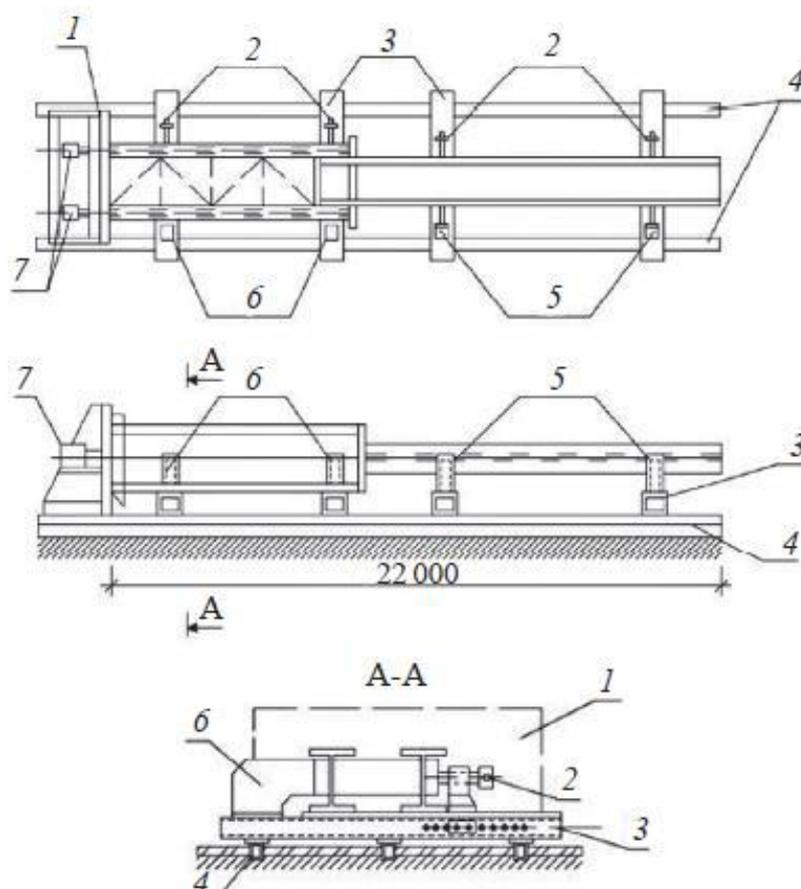


Рисунок 2 - Способ сборки и сварки колонны строительной в сборочном кондукторе

На опорные балки 3 укладывают деталь колонны, плотно прижимая к торцевому упору 1 и боковым упорам 5 и 6, которые фиксируют положение детали согласно чертежу. Вторую деталь колонны устанавливают по разметке и фиксируют ее положение с помощью винтовых упоров 2 и пневмоприжимов 7.

Остальные детали колонны устанавливают заранее нанесённой по разметке. Далее детали колонны собираются на прихватки. Собранный кондуктор доставают из кондуктора краном и передают на сварочный участок.

Еще один способ сборки колонны строительной в производстве – это применение копра. Копир – это собранный элемент изделия или его часть, изготовленная по разметке. После изготовления копри, его принимает служба качества предприятия. Далее методом наложения собирают остальные

элементы изделия. В конце производства копир превращается в готовое изделие. Копир применяют при изготовлении более двух изделий одновременно [15].

Так же в производстве колонн строительных применяют сборку на кондукторной плите. На плите размечается схема с использованием шнуров и мела. Шнур натирают мелом, слесарь натягивают его и отбивают прямую линию на плите.

Сборку колонны сварочной осуществляют в определённой последовательности:

- размечаются осевые линии колонны. Для проверки прямоугольности измеряют диагонали (рис. 3);

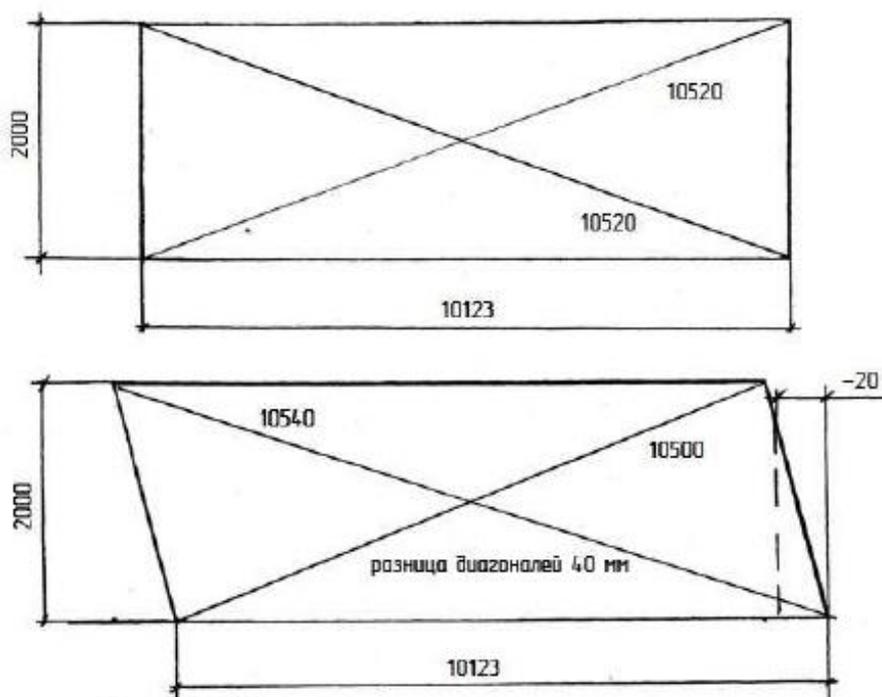


Рисунок 3 – Разметка осевых линий

- далее полученный прямоугольник размечают – прочерчивают на плите колонну в масштабе 1:1 (рис. 4). Готовую схему проверяет служба качества предприятия.

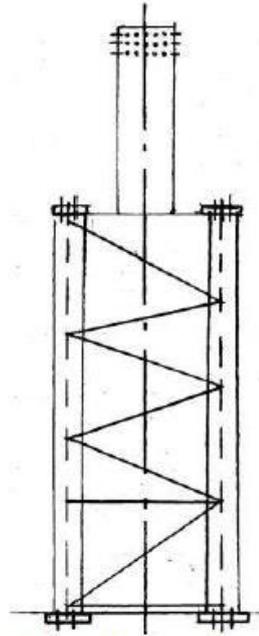


Рисунок 4 – Схема колонны

- на готовую схему устанавливают подложки и ограничители (рис. 5);

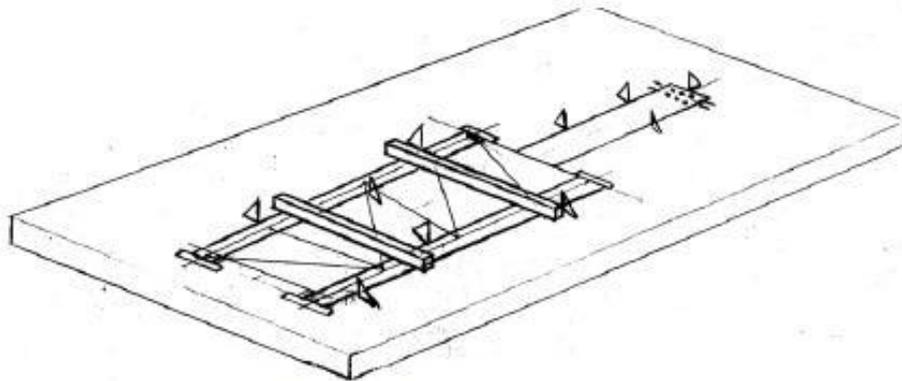


Рисунок 5 – Установка подложек и ограничителей

- на подложки краном укладывают основные детали колонны согласно прочерченной схеме;
- устанавливают и прихватывают детали обрешетки;
- готовую сборку проверяет служба качества предприятия и изделие передается на сварку [16].

В Португалии была спроектирована линия для лазерной сварки таврового соединения длиной до 6 м.

Машина представляет собой набор из четырех модулей, выполняющих различные функции: загрузка, вертикальное центрирование, сварка и разгрузка (рис. 6).



Рисунок 6 - Линия для лазерной сварки таврового соединения

Система центрирования позволяет выставить горизонтальные и вертикальные пластины в нужное положение. Зажимы представляют собой ролики между которыми прокатывают вертикальную пластину. Горизонтальная пластина в свою очередь так же перемещается по упорным роликам. Боковые шарико-винтовые пары настраиваются на нужную ширину профиля [23].

### 1.3 Метод расчета сборочно-сварочных приспособлений

Приспособления для сборки и сварки проектируются по тем же правилам, что и приспособления для механической обработки. Но ввиду того, что на свариваемое изделие влияют другие силы, то фиксация и закрепление изделий отличается от закрепления при механической обработке.

При использовании сборочно-сварочных приспособлений применяют комбинированный способ крепления, то есть одни детали закрепляют жестко, лишая их всех степеней свободы, а другие в свою очередь установлены свободно [17].

При проектировании и конструировании сборочно-сварочных приспособлений соблюдают ряд основных принципов:

- приспособление должно быть максимально простым в эксплуатации и обслуживании;

- приспособление должно быть жестким и устойчивым за счет применения качественных материалов;

- приспособление должно быть технологичным и содержать стандартные и унифицированные элементы. Применение оригинальных деталей должно быть обосновано [18].

Проектирование и конструирование сборочно-сварочного приспособления проводят в соответствии с установленным порядком.

Имея сборочный чертеж изделия определяют базовые поверхности для фиксации и закрепления в приспособлении [15].

Изделие в целом и его отдельные детали должны быть закреплены в приспособлении относительно опорных баз.

Соблюдая правило шести точек, изделие должно быть неподвижно относительно выбранной системы координат, то есть лишено шести степеней свободы. Каждая деталь соприкасается с шестью точками (базами): три из них являются установочными, две – направляющими, одна упорной.

Установочная база лишает деталь трех степеней свободы. Точки на установочной поверхности должны располагаться так, чтобы центр тяжести детали располагался внутри треугольника с вершинами в этих точках.

Направляющая база – лишает деталь двух степеней свободы.

Упорная база - лишает деталь одной степени свободы.

Так как изделие в сборке представляет собой ряд отдельных деталей, то для установки и закрепления каждой из них требуется определить шесть опорных точек, при этом остальные детали, находящиеся в сопряжении с закрепляемой деталью, могут применяться в качестве опорных баз [19].

Следующим шагом при проектировании сборочно-сварочного приспособления является определение и расчет сил, возникающих в процессе эксплуатации приспособления.

К ним относятся сила, необходимая для удержания детали от деформации возникающей в процессе сварки и остывания изделия, а также силы необходимые для устранения местных зазоров между свариваемыми деталями.

В процессе проектирования вышеперечисленные силы определяются в два этапа:

1. Теоретическим расчетом (или экспериментально на опытных образцах) определяют форму и размеры остаточных сварочных деформаций.

Высокие температуры, возникающие в процессе сварки, вызывают переходные термические напряжения и пластические деформации в зоне сварки. Результат этих деформаций известен как остаточные сварочные напряжения.

Были разработаны различные аналитические методы, экспериментальные методы и эмпирические формулы для определения напряжений, возникающих во время сварочных работ [22, 24, 25].

2. Рассчитывают усилия и моменты, которые необходимо приложить к изделию для устранения деформаций в сборочно-сварочном устройстве [14].

Далее происходит разработка принципиальной схемы сборочно-сварочного приспособления. В виде условных обозначений на чертеже изготавливаемого изделия определяют места фиксации деталей, приспособления для переворота и другие механизмы.

Итогом данного этапа является размерная схема проектируемого сборочно-сварочного приспособления [20].

Условные обозначения установочных элементов приспособления устанавливает ГОСТ 3.1107-81 [21].

Следующим шагом вычерчивают эскизную компоновку приспособления, определяя его размеры.

Заключительным этапом является оформление чертежей приспособления и расчет его экономичности [15].

## 2 Анализ сварной конструкции. Разработка технологии сборки и сварки

На чертеже С2435-КР.И-К (прил. А) представлена колонна изготовленная из пластин изготовленных согласно ведомости деталей.

Материал конструкции — сталь СтЗсп5 ГОСТ 14637-89 - сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества пятой категории [27].

Сталь этой марки применяется для изготовления несущих элементов сварных и не сварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. В таблице 1 и 2 представлен химический состав в % и технологические свойства материала СтЗсп5 [28].

Таблица 1 – Химический состав стали СтЗсп5

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.14 - 0.22	0.15 - 0.3	0.4 - 0.65	до 0.3	до 0.05	до 0.04	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Таблица 2 - Технологические свойства стали СтЗсп5

Свариваемость:	без ограничений.
Флокеночувствительность:	не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

Механические свойства при  $T=20^{\circ}\text{C}$  материала из которого изготовлена колонна представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Механические свойства при  $T=20^{\circ}\text{C}$  стали СтЗсп5

Сортамент	$\sigma_{\text{в}}$ , МПа	$\sigma_{\text{т}}$ , МПа	$\delta_5$ , %
Лист толстый, ГОСТ 14637-89	370-480	205-245	23-26

При изготовлении изделий большого размера и массы, наиболее рациональным является разделение его на небольшие конструктивные заготовки, позволяющие рационально организовать процесс производства.

Анализ сварной металлоконструкции колонна крайняя представленной на чертеже С2435-КР.И-К на доступность показал, что основная часть сварных соединений доступны для выполнения.

В металлоконструкции по пространственному положению применяются нижние, вертикальные и горизонтальные швы. Длина сварных швов колеблется от 90 до 11178 мм. Присутствуют короткие, средние и длинные швы.

В металлоконструкции применяются следующие толщины: 12, 16, 20, 30 мм.

Для повышения технологичности и уменьшения вероятности деформации готового изделия сварные швы выполняют согласно следующим правилам:

- короткие швы, а именно менее 300 мм свариваются на проход, от начала до конца шва;
- швы протяженностью от 300 до 1000 мм свариваются от центра детали к краям на проход;
- швы протяженностью свыше 1000 мм свариваются от центра детали к краям обратноступенчатым способом.

Для начала конструирования сборочно-сварочного приспособления необходимо иметь чертеж изделия и технологический процесс на его изготовление.

Технологический процесс должен учитывать соблюдение требований техники безопасности и промышленной санитарии [26].

Первой операцией процесса изготовления колонны крайней является разметка и правка проката. Разметку осуществляют при помощи рулеток, соответствующих точности 2-го класса по ГОСТ 7502-98 [29]. При выполнении операции разметки необходимо соблюдать высокую точность работ и следить за экономным расходом проката.

Правка проката в холодном состоянии производится на вальцах и прессах. Поверхность стали после правки не должна иметь вмятин, забоин и других повреждений [30]. В некоторых случаях правка проката проводится после второй операции технологического процесса - резка и обработка кромок.

Резка деталей производится на оборудовании, доступном на конкретном производстве. Это могут быть ножницы, пилы, полуавтоматы для кислородной резки и другие способы резки.

Кромки деталей после кислородной резки должны быть очищены от грата, шлака, брызг и наплывов металла. Высота допустимых неровностей не более 1мм.

Кромки должны быть механически обработаны фрезой или наждаком. Поверхность подготовленных кромок не должна иметь надрывов, трещин, заусениц.

Третья операция технологического процесса изготовления колонны – это сборка заготовок частей колонны.

Сборка отдельных частей колонны (оголовка и базы) производится на сварочном столе с использованием комплекта сборочно-сварочных приспособлений для столов [31].

Использование специального оборудования позволяет обеспечивать высокое качество и технологичность сборки, а также безопасное проведение работ.

Выставление отдельных деталей при сборке оголовка и базы производится с применением комплекта сборочно-сварочных приспособлений, далее детали соединяются при помощи прихваток.

Общая сборка колонны крайней производится на специальном сборочно-сварочном приспособлении. Отдельные детали соединяются между собой при помощи прихваток.

Места, подлежащие сварке должны быть очищены до чистого металла от краски, масла, влаги, ржавчины и окалины. Зона, подлежащая очистке, составляет не менее 20 мм с каждой стороны от предполагаемого шва.

Непосредственно перед сваркой проводят дополнительный контроль на предмет наличия следов влаги или продуктов очистки в зазорах между собранными деталями.

Прихватки располагают в местах наложения сварных швов. Длина прихваток должна быть не менее 50 мм, высота составляет 0,3 – 0,5 от высоты островного шва, но не менее 3 мм.

Прихватки выполняют теми же сварочными материалами, которые используются при сварке изделия.

Требования к качеству выполняемых прихваток устанавливают такие же, как и к основным сварным швам. При этом некачественно выполненные прихватки должны быть удалены и выполнены вновь.

Допускаемые отклонения формы и размеров прихваток и зазоров при сборке изделия не должны превышать норм, приведенных в стандартах на швы сварных соединений [30].

Четвертая операция технологического процесса изготовления колонны крайней – сварка.

Сварка изделия или его отдельных узлов должна производиться только после проверки правильности их сборки.

Сварка колонны крайней согласно чертежу, выполняется ручной дуговой сваркой покрытыми электродами типа Э 42 по ГОСТ 9466-75 [7] и ГОСТ 9467-75 [32]. Сварной шов должен быть непрерывным.

Сварка изделия производится согласно разработанному технологическому процессу, устанавливающему способ сварки, порядок наложения швов и режимы сварки, диаметры и марки электродов и требования к другим сварочным материалам. Соблюдение параметров технологического процесса контролируется технологом при проверке технологической дисциплины.

Разработанный технологический процесс сварки должен обеспечивать хорошее качество сварного соединения, требуемые геометрические размеры швов и механические свойства сварных соединений, а также минимальные

усадочные напряжения и деформации свариваемых деталей. Конструктивные элементы сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-80 [33].

Контроль сварных соединений производится внешним осмотром и измерениям согласно ГОСТ 3242-79 [34]. Наличие трещин, прожогов и непроваров не допускается.

Сварка изделия должна производиться аттестованными сварщиками, имеющими удостоверения, устанавливающие их квалификацию и характер работ, к которым они допущены.

При выполнении ручной дуговой сварки зажигать дугу на основном металле вне границ шва и выводить кратер на основной металл запрещается.

Расположение свариваемого изделия должно обеспечивать наиболее удобные и безопасные условия для работы сварщика и обеспечивать получение сварочных швов надлежащего качества.

Перед выполнением основного шва, прихватки зачищают от шлака, а место сварки от сварочных брызг.

По окончании сварки все сварные швы должны быть очищены. Изделие должно быть очищено от шлака и брызг металла [30].

Сборка и сварка колонны крайней С 2435-КР.И-К производится по технологическим картам Приложение Б и маршрутным картам с эскизными чертежами Приложение В.

### **3 Схема базирования свариваемой конструкции**

Согласно ГОСТ 21495 [4] базирование – придание изделию необходимого положения относительно выбранной системы координат.

Как было сказано выше проектирование сборочно-сварочного приспособления начинают с определения базовых поверхностей и опорных баз.

Количество опорных баз на каждой детали не должно быть более шести. При большем количестве нарушается положение детали и это не позволяет ее правильно установить.

Поверхности детали делятся на главную базирующую, направляющую и опорную.

Главная базирующая поверхность имеет три опорных точки, направляющая – боковая поверхность с двумя точками и упорная - торцевая поверхность с одной точкой [35].

Направляющая база, имеющая две опорные точки, лишает деталь двух степеней свободы: перемещение вдоль одной оси координат и поворота вокруг другой.

Опорная база, имеющая одну опорную точку, лишает деталь одной степени свободы: или перемещения вдоль оси координат или поворота вокруг другой [4].

В сборочно-сварочных приспособлениях в основном используют установочные базы.

Установочные базы, примененные к детали, лишают ее трех степеней свободы – движения вдоль одной оси координат и поворотов вокруг других двух [4].

Поверхность детали, которая соприкасается с установочными поверхностями сборочно-сварочного приспособления считают базирующей поверхностью. Из-за контакта базирующих поверхностей с базой деталь занимает определенное положение относительно сборочно-сварочного приспособления [35].

Важной особенностью изготовления изделий методом сварки является то, что для получения готового изделия необходимо соединить иногда до нескольких десятков деталей, согласно последовательности, прописанной в технологическом процессе.

При проектировании схемы базирования необходимо продумать технологичность и доступность извлечения сваренного изделия с приспособления.

На рисунке 7 показана схема базирования пластин позиция 1 и пластины позиция 7.

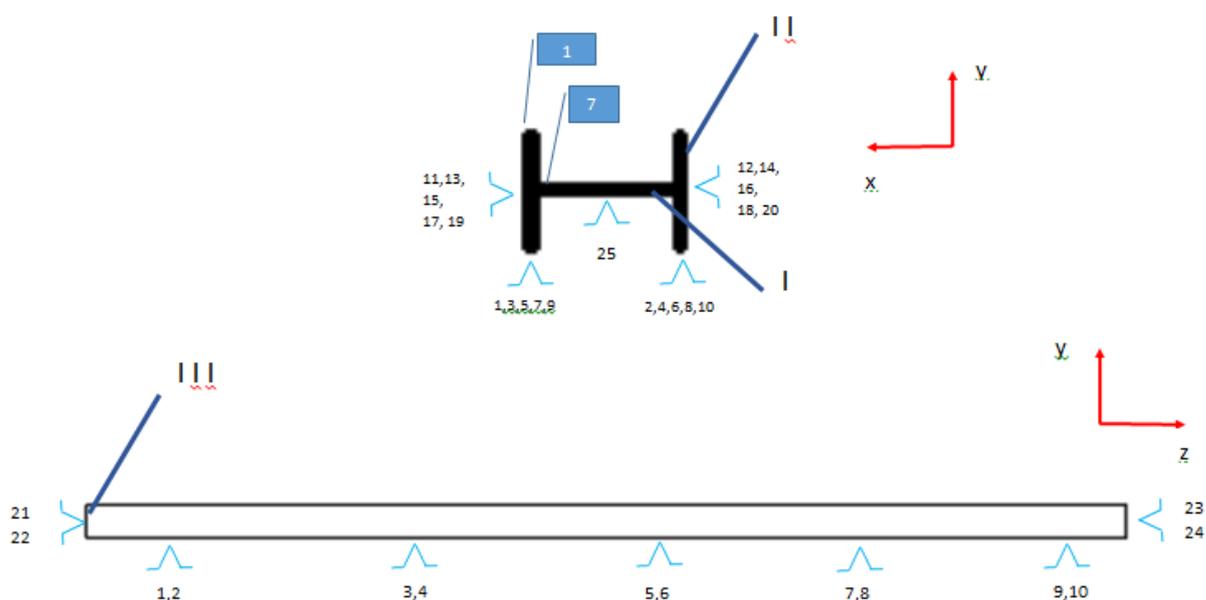


Рисунок 7 – Схема базирования

I – базирующая поверхность заготовки, лишаящая ее перемещения вдоль оси Z и поворотов вокруг осей X и Y;

II – направляющая база заготовки лишаящая ее перемещения вдоль оси Y и поворотов вокруг оси Z;

III - опорная база заготовки, лишаящая ее перемещения вдоль оси Z.

После сварки полученный двутавр принимается за цельную конструкцию и в изделие добавляются ребра жесткости – пластины позиция 8.

На рисунке 8 показана схема базирования одного ребра жесткости. Остальные ребра базирuem по этой же схеме.

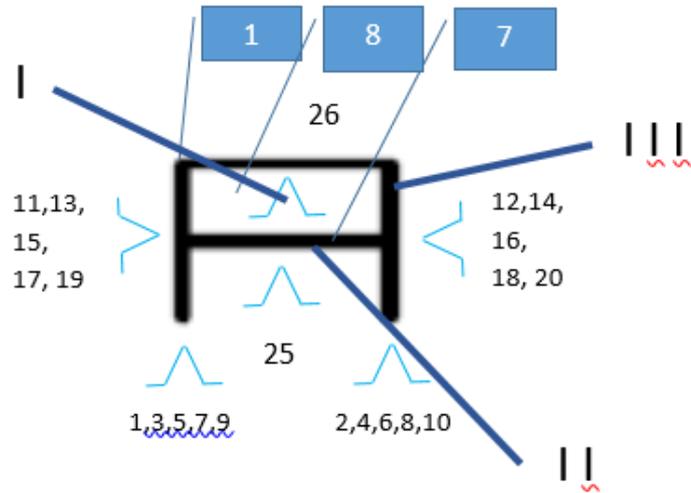


Рисунок 8 – Схема базирования ребра жесткости

$I^1$  – установочная база заготовки, лишающая ее перемещения вдоль оси  $Z$  и поворотов вокруг осей  $X$  и  $Y$ ;

$II^1$  – направляющая база заготовки лишающая ее перемещения вдоль оси  $Y$  и поворотов вокруг оси  $Z$ ;

$III^1$  - опорная база заготовки, лишающая ее перемещения вдоль оси  $Z$ .

## **4 Размерная цепь**

Следующим этапом в проектировании сборочно-сварочного приспособления является составление размерной цепи.

Размерная цепь – комбинация размеров сборочно-сварочного приспособления, образующих замкнутый контур [19].

Размерная цепь имеет в своем составе следующие типы звеньев:

- замыкающее звено – начальное или конечное звено. Замыкающее звено либо дается в начале при постанове задачи или получается в конце в результате построения размерной цепи;

- составляющее звено – звенья размерной цепи, из которых состоит замыкающее звено;

- увеличивающее звено – звено, при увеличении которого, увеличивается замыкающее звено;

- уменьшающее звено - звено, при уменьшении которого, уменьшается замыкающее звено;

- компенсирующее звено - звенья размерной цепи, меняя которые можно получить требуемую точность замыкающего звена [19].

### **4.1 Размерная цепь сварной конструкции**

Изделие, поступающее на сварку, представляет из себя набор отдельных заготовок. Размерные цепи для сварной конструкции связывают размеры нескольких деталей и называются сборочными.

Размерная цепь колонны крайней будет линейной и плоской.

Линейная размерная цепь – размерная цепь, звеньями которой являются линейные размеры сварной конструкции;

Плоская размерная цепь – размерная цепь, звенья которой расположены в одной или нескольких параллельных плоскостях.

В соответствии с ГОСТ 2689-54 стандартный допуск на линейный размер характерный для сварной конструкции длиной свыше 10 метров до 12,5 метров включительно при 11 классе точности равен величине 50 мм.

Габаритный размер колонны крайней является замыкающим звеном, его размер зависит от размера деталей и расстояния между ними.

Для получения необходимой точности замыкающего звена (габаритного размера колонны крайней) используют технологический прием, заключающийся в компенсации погрешностей методом смещения деталей. Компенсирующим звеном в данном случае является расстояние между ребрами жесткости – это позволяет достичь требуемой точности замыкающего звена. Расстояние между двумя отдельными ребрами воспринимают на свой допуск часть суммы накопленной погрешности от расстояний между другими ребрами, являясь при этом переменной величиной и суммируя свой допуск с допуском замыкающего звена [20].

Дано замыкающее звено с известным допуском  $11178 \pm 25$  мм. Требуется определить составляющие звенья с их допусками. В чертеже показаны номинальные размеры. Задача такого типа называется прямой задачей. Выполнить решение прямой задачи можно множеством вариантов [36].

Принимаем размер неизвестных допусков и проверяем размер допуска.

Звенья  $A_2$ ,  $A_4$ ,  $A_6$ ,  $A_8$ ,  $A_{10}$ ,  $A_{12}$  – толщина ребер жесткости. Предельные отклонения по толщине проката по ГОСТ 19903 равняются  $12^{+0,3}_{-0,8}$  мм.

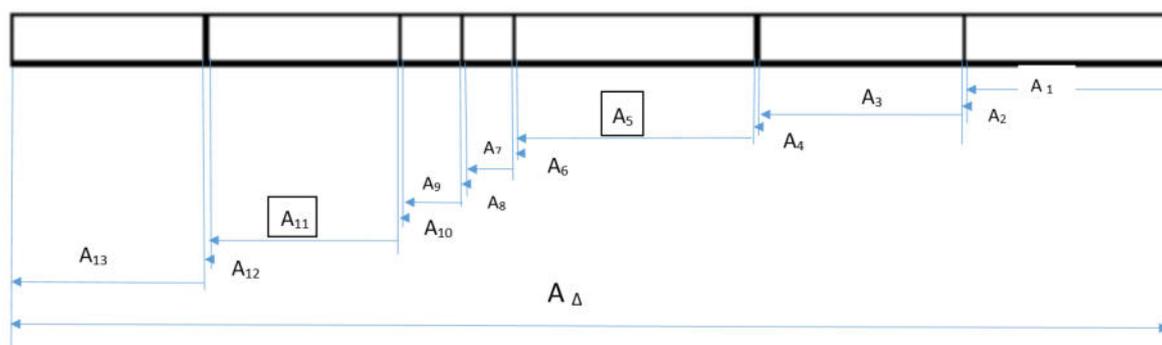


Рисунок 9 – размерная цепь сварной конструкции

$$A_1 = 1980 \pm 1,5 \text{ мм};$$

$$A_2, A_4, A_6, A_8, A_{10}, A_{12} = 12^{+0,3}_{-0,8} \text{ мм};$$

$$A_3 = 1983 \pm 1,5 \text{ мм};$$

$$A_5 = 2328 \pm 2 \text{ мм};$$

$$A_7 = 493 \pm 0,5 \text{ мм};$$

$$A_9 = 588 \pm 0,5 \text{ мм};$$

$$A_{11} = 1861 \pm 1,5 \text{ мм};$$

$$A_{13} = 1873 \pm 1,5 \text{ мм}.$$

Итого размер допуска равен

$$\Delta = \sum_{i=1}^n A_i^{\rightarrow} - \sum_{i=1}^k A_i^{\leftarrow} = 11188,8 - 11164,2 = 24,6 \text{ мм}.$$

## 4.2 Размерная цепь разрабатываемого приспособления

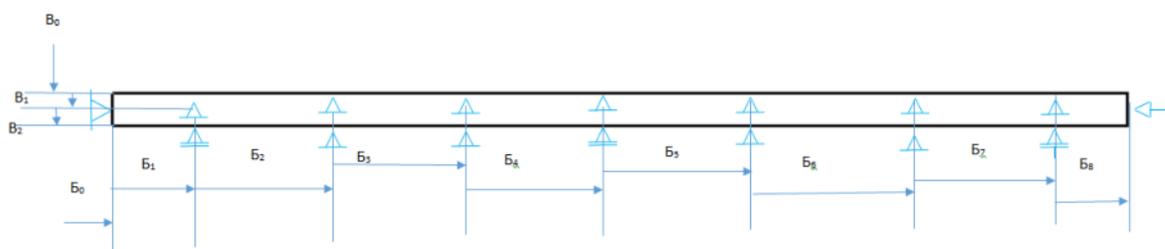


Рисунок 10 – Размерная цепь разрабатываемого приспособления

Соответствие собранной сварной конструкции чертежным размерам определяется точностью размеров между опорными базами проектируемого сборочно-сварочного приспособления и насколько плотно изделие лежит на этих базах.

На рисунке 10 показана размерная цепь приспособления.

Требуемое положение изделия (номинальная погрешность базирования) в данном случае стремится к нулю, так как конструкция приспособления

предполагает плотное прилегание базовых поверхностей свариваемого изделия к опорам приспособления [20].

Так как для изготовления изделия и приспособления для сборки и сварки используется как гостированный прокат, так и механически обработанные детали, то погрешности базирования имеют следующие значения (табл.4) [20]:

Таблица 4 – Погрешности базирования

Состояние кромки упора	Состояние кромки детали	Зазор с допуском, мм
Механически обработана	Механически обработана	$0+0,2 \dots 0+0,5$
Механически обработана	Не обработана	$0+0,5 \dots 0+1$
Не обработана	Не обработана	$0+1 \dots 0+2$

Имея допуск на базовые размеры конструкции  $\pm 25$  мм принимаем допуск на базовые размеры приспособления  $\pm 12$  мм.

## 5 Схема действия сил на детали конструкции

### 5.1 Сварочные деформации

Процесс сварки сопровождается расширением металла во время нагрева и сужением во время кристаллизации сварного шва.

Различают следующие виды деформации изделий, подлежащих сварке: местные «выпучины», волнистость, угловая деформация типа «домик» (наблюдается в основном в стыковых и тавровых соединениях), скручивание [20].

Угловая деформация типа «домик» возникает, если имеются отклонения между центром тяжести сварного шва и центром тяжести изделия, подлежащего сварке.

Рассчитаем угловую деформацию при сварке пластины позиция 1 и пластины позиция 7.

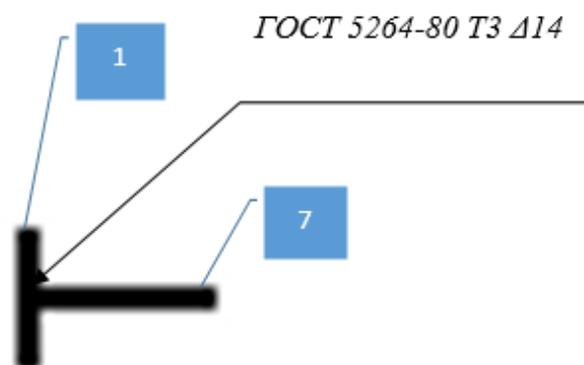


Рисунок 11 – Схема сварки пластин позиция 1 и позиция 7

Используя накопленный опыт, угловую деформацию таврового соединения можно определить по номограмме, представленной на рисунке 12.

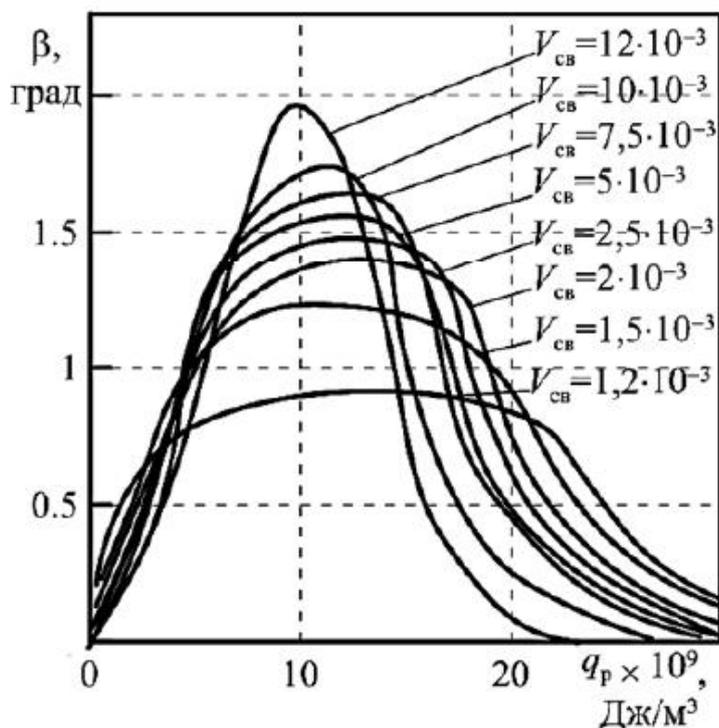


Рисунок 12 – Номограмма для определения угловой деформации

Угловая деформация зависит от скорости сварки  $V_{св}$  (м/с) и расчётной эффективной мощности  $q_p$  (Дж/м<sup>3</sup>), которая определяется по формуле

$$q_p = \frac{q}{V_{св} \cdot S_p^2}, \quad (1)$$

где  $S_p$  – расчетная толщина металла, м;

$q$  - эффективная тепловая мощность, Дж;

$V_{св}$  – скорость сварки, м/сек.

За расчетную толщину металла  $S_p$  принимают толщину заваренного слоя без учета высоты облицовочного слоя шва. При сварке первого шва расчетная толщина будет равна глубине провара, при сварке второго шва – общей высоте шва.

Для тавровых соединений:

$$S_p = 0,5 (2 \cdot S_{п} + S_c), \quad (2)$$

$S_{п}$ ,  $S_c$  – толщина полки и стенки соответственно, мм

$$S_p = 0,5 (2 \cdot 16 + 12) = 22 \text{ мм} = 0,02 \text{ м}$$

Эффективная тепловая мощность  $q$  (Дж) определяется в соответствии с ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 по формуле

$$q = \eta \cdot I_{св} \cdot U_{д}, \quad (3)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия дуги (для ручной дуговой сварки 0,7);

$I_{св}$  – сила сварочного тока, А (по технологической карте 180А);

$U_{д}$  – напряжение на дуге, В.

$$U_{д} = 20 + 0,04 \cdot I_{св} = 20 + 0,04 \cdot 180 = 27,2 \text{ В}$$

$$q = 0,7 \cdot 180 \cdot 27,2 = 3427,2 \text{ Дж.}$$

Скорость сварки определяется по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (4)$$

$\alpha_n$  – коэф. наплавки электрода АНО-6 = 9 г/ А\*ч

$$I_{св} = 180 \text{ А}$$

$\gamma$  – плотность наплавленного металла за один проход = 7,8 г/см<sup>3</sup>

$F_n$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла. Для угловых и тавровых швов вычисляется по формуле:

$$F_n = K_y \cdot k^2 / 2, \quad (5)$$

$K_y$  – коэффициент увеличения, учитывающий условия сварки, наличие зазора и усиления шва = 1,15

Значение  $K_y$  выбирают в зависимости от величины катета шва.

$k$  – катет шва = 14 мм

$$F_n = 1,15 \cdot 196 / 2 = 112,7 \text{ мм}^2 = 1,127 \text{ см}^2$$

$$V_{св} = (9 \cdot 180) / (3600 \cdot 7,8 \cdot 1,127) = 0,05 \text{ см/сек} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м/сек}$$

$$q_p = \frac{q}{V_{св} \cdot S_p^2} = 3427,2 / (0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02) = 3,4272 \cdot 10^8 \text{ Дж;}$$

На номограмме (рис. 12) отсутствуют необходимые значения скорости сварки и расчетной эффективной мощности, но можно предположить, что угол  $\beta = 0,1$ .

## 5.2 Расчет требуемых усилий прижима деталей

Существует много способов прижатия детали, так же, как и ассортимент зажимных устройств.

Для того, чтобы выбрать зажимное устройство, необходимо составить схему действия сил на отдельные детали изделия, подлежащего сварке, выбрать точки приложения и направления сил зажима, рассчитать величину сил зажима.

В сборочно-сварочном приспособлении на свариваемое изделие действуют следующие силы:

- 1) Силы, удерживающие свариваемое изделие от деформации в процессе сварки и от деформации при остывании сварного шва;
- 2) Силы, предварительно деформирующие свариваемое изделие, компенсирующие деформации, возникающую в процессе сварки;
- 3) Точечные усилия необходимые при сборке свариваемого изделия для устранения местных зазоров и более плотного прижатия отдельных деталей друг к другу [20].

### 5.2.1 Усилие прижатия на кромку

Усилие прижатия на кромку определяется по формуле:

$$P = \frac{b^3 \cdot E \cdot \tan \beta}{4 \cdot l^2}, \quad (6)$$

где  $b$  – толщина свариваемых листов, мм;

$E$  – модуль упругости стали, кгс/см<sup>2</sup>;

$\beta$  – угол поворота пластины относительно оси шва, град;

$l$  – расстояние от оси стыка до прижима, мм.

$$P = \frac{16^3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot \tan 0,1}{4 \cdot 130^2} = \frac{4096 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,0017}{4 \cdot 16900} = 216,3 \text{ Н.} \quad (7)$$

Проверочный расчет:

$$P_{\text{доп}} = \frac{\sigma_{\text{доп}} \cdot b^2}{6 \cdot l}, \quad (8)$$

где  $\sigma_{\text{доп}}$  – допустимое напряжение. Равно 0,8 от предела текучести стали.

$b$  – толщина свариваемых листов, мм;

$l$  – расстояние от оси стыка до прижима, мм.

$$P_{\text{доп}} = \frac{20 \cdot 16^2}{6 \cdot 130} = 105 \text{ Н.}$$

Усилие в зажиме не должно превышать допустимое усилие.

Величина возможного зазора будет равна:

$$\Delta = f - f_0$$

$$f = 1 \cdot \tan 0,1 = 130 \cdot 0,0017 = 0,22 \text{ мм,}$$

$$f_0 = \frac{4 \cdot P \cdot l^3}{E \cdot b^3} = \frac{4 \cdot 216,3 \cdot 2197000}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 4096} = 0,22 \text{ мм.}$$

$$f = f_0$$

Определим критическую угловую деформацию с учетом, что  $\sigma_{\text{доп}} = \sigma$ .

$$\tan \beta_{\text{кр}} = \frac{2 \cdot l \cdot \sigma_{\text{доп}}}{3 \cdot E \cdot b} = \frac{2 \cdot 130 \cdot 25}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 16} = 6,4 \cdot 10^{-5}$$

$$\beta_{\text{кр}} = 0,003$$

$\beta > \beta_{\text{кр}}$  – усилие прижатия принимаем определенное по формуле (7).

### 5.2.2 Усилие прижатия в продольном изгибе

При сварке строительных колонн чаще всего проявляется осевая деформация, так как изделие прогибается за счет усадки в сварном шве и происходит смещение между центром тяжести сварного шва и центром тяжести свариваемого изделия:

$$P_y = 1,955 \cdot D \cdot k^2 = 1,955 \cdot 40\,000 \cdot 1,4^2 = 153\,272 \text{ Н}$$

Для длинных балок используют схему закрепления, представленную на рисунке 13.

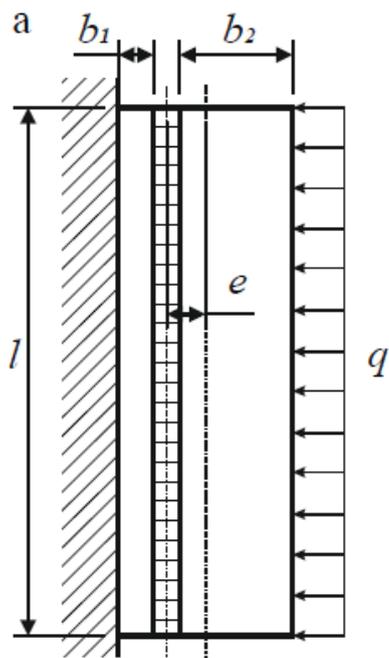


Рисунок 13 – Схема закрепления длинных балок

Равномерно распределенная нагрузка по длине колонны равна

$$q = 9,6 \cdot \frac{P_y \cdot e}{l^2} = 9,6 \cdot \frac{153\,272 \cdot 0,12127}{11,210^2} = 147,91 \text{ кгс/м.}$$

## 6 Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления - это эскиз изделия, подлежащего сварке, на котором в виде условных обозначений указаны места фиксации всех сборочных деталей изделия, а также устройства для поворота, подъема, съема готового изделия.

Детали и механизмы приспособления изображаются на ней условными обозначениями.

На рисунке 14 изображена принципиальная схема приспособления для сварки пластин позиция 1 и позиция 7.

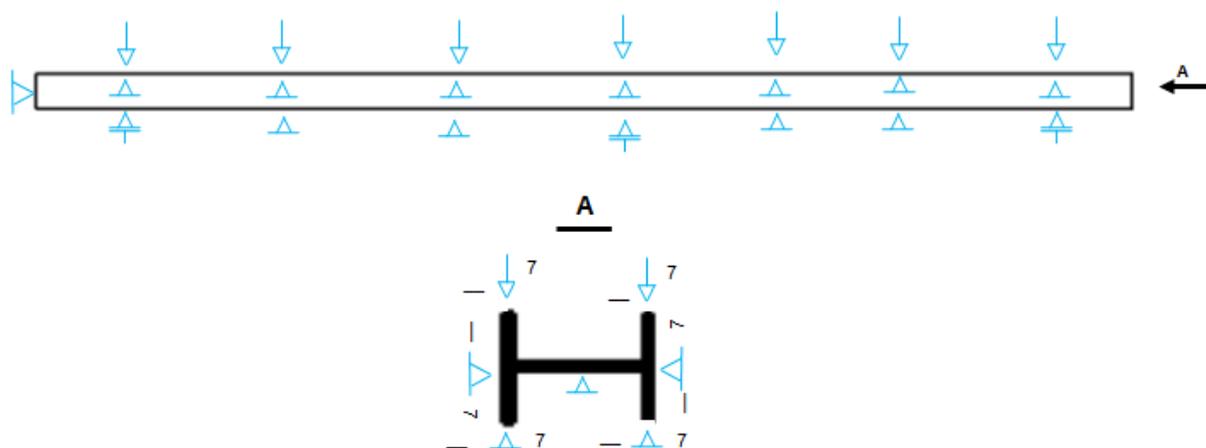


Рисунок 14 – Принципиальная схема приспособления

## 7 Выбор винтового прижима

Сборка и сварка колонны крайней осуществляется в одном сборочно - сварочном приспособлении. Для переворота будут применяться цепные кантователи. Они позволяют поворачивать свариваемую колонну вокруг ее оси на  $360^\circ$ , т.е. являются полноповоротными.

Между стойками цепного кантователя будут находиться опоры с установленными на них магнитными уголками (прил. Г) и винтовыми зажимами.

Винтовые прижимы наиболее часто встречаются в сварочном производстве. Это обусловлено простотой их применения – прижим осуществляется при вращении винта. Время затраченное на закрепление детали от 1,5 до 12 секунд.

Основной характеристикой при выборе винтового зажима является диаметр винта.

$$d_{\text{винт}} = \sqrt{\frac{1,27 \cdot P \cdot z}{[\sigma]_{\text{доп}}}}, \quad (9)$$

где  $P$  – необходимое усилие прижатия детали, действующее по оси винта, Н;

$z$  – поправочный коэффициент. Для винта с пятой принимаем 1,4;

$[\sigma]_{\text{доп}}$  – допускаемое напряжение на сжатие для винта, Н/мм<sup>2</sup>.

$$d_{\text{винт}} = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 216,3 \cdot 1,4}{25}} = 3,9 \text{ мм}$$

Согласно ГОСТ 13431-68 выбираем винт 7006-0507.

Проведем проверочный расчет. Суммарное напряжение на винте не должно быть больше допускаемого напряжения на сжатие.

Расчитаем усилие, развиваемое винтовым прижимом:

$$P = \frac{Q \cdot l}{[r_{\text{ср}} \cdot \tan(\alpha + p) + \frac{1}{2} \mu \cdot D]}, \quad (10)$$

где  $Q$  – усилие, прикладываемое к рукоятке винта. Принимают 10 – 15 Н;

$l$  – радиус рукоятки. Для выбранного винта равен 2,5 мм.

$r_{cp}$  – средний радиус резьбы. Для выбранного винта равен 3мм.

$\alpha$  – угол наклона резьбы. Для трапециевидной резьбы равен  $30^\circ$ .

$p$  – приведенный угол трения в резьбе. Выбираем трапециевидную резьбу -  $p=6^\circ$ .

$\mu$  – коэффициент трения скольжения на торце винта равен 0,1;

$D$  – диаметр контактного кольца между винтом и пятой равен 6 мм

$$P = \frac{12 \cdot 2,5}{[3 \cdot 0,73 + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 6]} = 12 \text{ Н.}$$

Определяем напряжение сжатия:

$$\sigma_{сж} = \frac{1,27 \cdot P}{d_{BH}^2} = \frac{1,27 \cdot 12}{36} = 0,42 \text{ Н/мм}^2.$$

Определяем напряжение кручение:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W}, \quad (11)$$

где  $M_{кр}$  – максимальный крутящий момент на винте и равен сумме моментов сил трения на резьбе и сил трения на опорной поверхности винта:

$$M_{кр} = P \cdot \tan(\alpha + p) \cdot r_{cp} + \frac{1}{3} \cdot P \cdot R_0 \cdot f \cdot c \tan \alpha^0, \quad (12)$$

где  $f$  – коэффициент трения равный 0,2.

Определяем максимальный крутящий момент:

$$M_{кр} = 12 \cdot 0,37 \cdot 3 + \frac{1}{3} \cdot 12 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot c \tan \alpha^0 = 13,32 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Момент сопротивления винта равен:

$$W = \frac{\pi \cdot d_{BH}^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 216}{16} = 42,39 \text{ мм}^3$$

Из этого следует, что напряжение кручение равно:

$$\tau = \frac{13,32}{42,39} = 0,31 \text{ Н/мм}^2$$

Так как у нас напряжение кручения меньше напряжения сжатия, то полное напряжение на винте равно:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\text{сж}}^2 + 4 \cdot \tau^2} = 0,75 \text{ Н/мм}^2$$

Полное напряжение на винте меньше допустимое напряжение на сжатие на винте. Следовательно винт выбран правильно.

## 8 Проектирование основания приспособления

### 8.1 Расчет опорной балки

Опорными и базовыми элементами сборочно-сварочного приспособления является основание. На основании все отдельные удерживающие приспособления объединяются в одно целое. Основание сборочно-сварочного приспособления принимает на себя все силы, действующие на свариваемое изделие при сварке.

Основание сборочно-сварочного приспособления служит несущей конструкцией для магнитных углов и винтового прижима, но и на него устанавливается свариваемое изделие.

Для обеспечения безопасности в производстве, опорная балка должна быть не только прочной, но жесткой. Упругая деформация не должна превышать допустимой величины.

Выберем в качестве опорной балки швеллер 36 П ГОСТ 8240-97.

Равномерно распределенная нагрузка  $q$  на балку будет складываться из требуемого усилия зажатия детали  $P$ , собственного веса  $G_H$  опорной балки и веса устанавливаемого изделия  $G_D$ .

$$q = 2P + G_H + G_D, \quad (13)$$

Изгибающий момент под действием равномерно распределенной нагрузки равен:

$$M_{\text{изг}} = \frac{(2 \cdot P + G_H + G_D) \cdot L^2}{8}, \quad (14)$$

Под действием изгибающего момента прогиб нижней балки  $f$  равен:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(2 \cdot P + G_H + G_D) \cdot L^4}{E \cdot I}, \quad (15)$$

Момент инерции для швеллера 36П согласно ГОСТ 8240-97 равен:

$$I = I_x + I_y = 10850 + 611 = 11461 \text{ см}^4,$$
$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{(2 \cdot 3444 + 5028 + 12818) \cdot 36^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 11461} = 0,000017 \text{ см}$$

## 8.2 Расчёт цепного кантователя

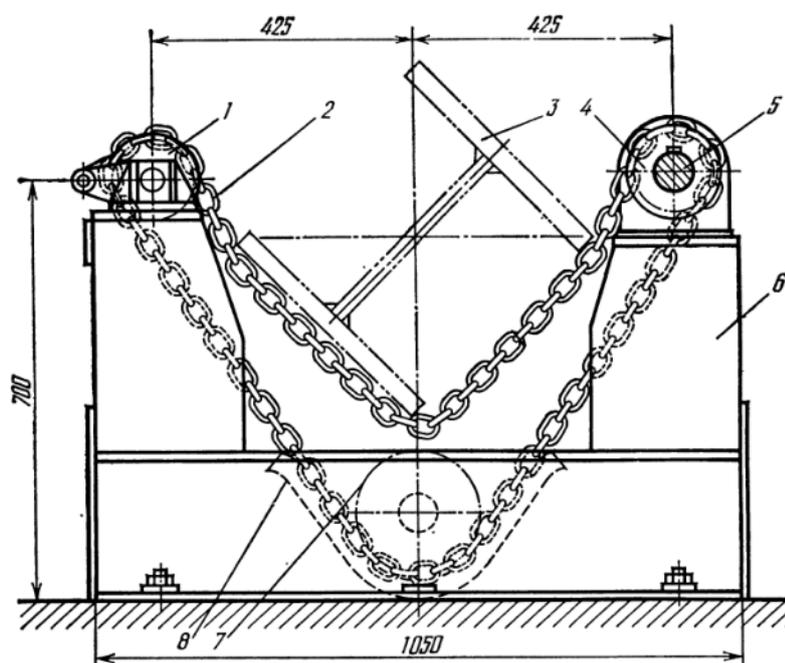


Рисунок 15 – Цепной кантователь

Цепной кантователь – это конструкция, состоящая из нескольких опорных стоек 6, которые расположены на равном расстоянии друг от друга.

На каждой стойке имеется три цепных блока 1, 4, 7, через которые протянута бесконечная цепь 2.

Свариваемое изделие 3 укладывается в свободно провисающую в верхней части цепь.

Цепной блок 4 представляет собой ведущую цепную звездочку, которая приводится во вращение приводным валом 5, при этом свариваемое изделие начинает переворачиваться вокруг своей оси.

Для обеспечения безопасности предусмотрен специальный желоб 8 в конструкции стойки, для предупреждения соскакивания цепи с блоков [37].

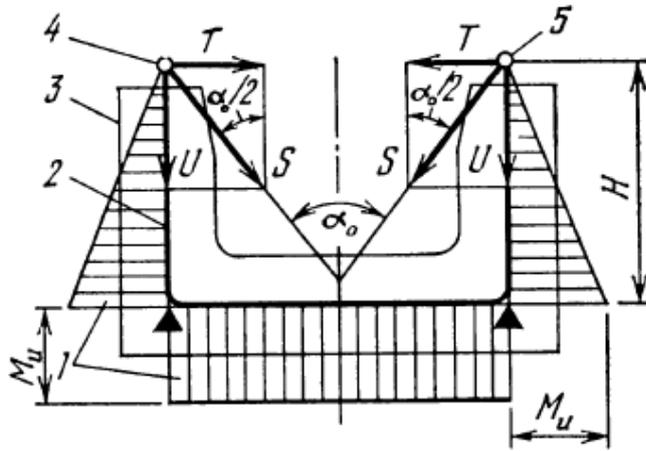


Рисунок 16 - Схема нагружения опорной стойки цепного кантователя.

1 - эпюра изгибающих моментов; 2 – расчетная схема стойки; 3 – контур металлоконструкции стойки; 4 – ось блока; 5 – приводной вал ведущих звездочек.

Расчетное усилие для единичной цепи кантователя изображенного на рисунке 16 равно:

$$P_1 = 0,26 \cdot G_{и}, \quad (16)$$

где  $G_{и}$  – вес детали

$$P_1 = 0,26 \cdot 12818 = 3332,7 \text{ Н.}$$

Рассчитаем цепь на прочности исходя из величины натяжения  $P_1$  с учетом коэффициента динамичности  $k_d$ , оценивающего эффект ударов и толчков при укладке и поворотной балки, а также с учетом необходимого запаса прочности  $k_3$ .

Условие прочности цепи:

$$P_1 \cdot k_d \cdot k_3 \leq P_p. \quad (17).$$

Примем для калиброванных цепей  $k_d = 1,5$ ,  $k_3 = 6$ .

$$3332,7 \cdot 1,5 \cdot 6 = 29994,3 \text{ кгс} = 293,9 \text{ кН.}$$

По ГОСТ 30188-97 выберем цепь с соблюдением условия 17.

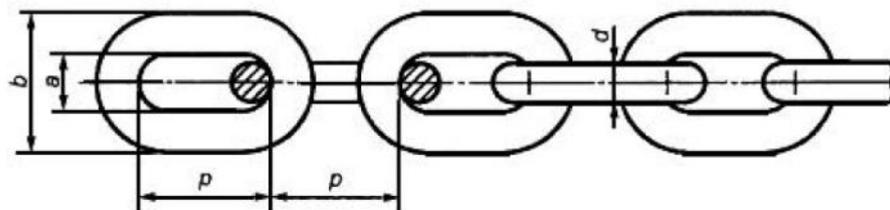


Рисунок 17 - Калиброванная цепь

a – внутренняя ширина звена; b – наружная ширина звена; p – шаг цепи; d – калибр.

Таблица 5 – Цепь калиброванная.

Калибр цепи	Шаг цепи p	Ширина звена b	Масса, кг/м	Разрушающая нагрузка, кН
16	48	52	5,6	322

В виду того, что процесс переворота свариваемого изделия неравномерен и зависит от конфигурации изделия в момент переворота и положения центра тяжести, определить мощность привода цепного кантователя сложно.

Расчёт мощности привода проводят по упрощенной эмпирической формуле в зависимости от суммарного натяжения несущих цепей кантователя  $P_0$  в его статическом состоянии.

$$N = 0,01 \cdot \frac{P_0 \cdot v}{\eta} = \frac{0,005 \cdot G_H \cdot v}{\eta \cdot \cos \frac{\alpha_0}{2}}, \quad (18)$$

где v – скорость цепи или окружная скорость ведущих звездочек по их начальной окружности. Выбирается в пределах 0,12 – 0,2.

$\eta$  – КПД приводного механизма. Для цепной передачи КПД=0,9.

$$N = \frac{0,005 \cdot 12818 \cdot 0,16}{0,9 \cdot \cos 45^\circ} = 16 \text{ кВт}$$

В качестве кантователя выбираю модель FR604 от производителя FastRotftor Приложение Д.

## **9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Сварка – один из основных методов соединения деталей при изготовлении строительных металлоконструкций. Она позволяет изготавливать изделия сложной формы, быстро ремонтировать и восстанавливать оборудование и металлоконструкции. Использование сварочных технологий позволяет удешевить технологический процесс.

Соединения, полученные сваркой, обладают герметичностью и прочностью.

В связи с вышеперечисленным, сварку применяют при изготовлении ответственных конструкций, испытывающие на себе высокие давления, температуру, ударные нагрузки и т.д.

В настоящее время на первом месте стоит вопрос о повышении качества продукции, увеличение производительности труда.

Для реализации этих вопросов необходимо постоянно обновлять производство новыми разработками, повышающими уровень механизации, автоматизации сварочного производства, внедрять различные приспособления и механизмы.

Скорость и качество сборочно-сварочных работ особенно сильно зависит от сварочных приспособлений, сконструированных индивидуально под конкретное изделие, имеющее специфические конструктивные особенности.

Целью данной работы является расчет и конструирование сборочно-сварочного приспособления для сборки и сварки колонны крайней. В ходе работы были просчитаны возможные усилия деформации при сварке изделия, посчитаны и сконструированы приспособления минимизирующие влияние усилий деформации.

## 9.1 Предпроектный анализ

### 9.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная выпускная квалификационная работа посвящена проектированию приспособления для сборки и сварки колонны крайней.

Для анализа потребителей результатов исследования нужно изучить целевой рынок, на котором приспособление для сварки и сборки будет продаваться в будущем. Далее провести его сегментирование.

Целевым рынком использования сборочно-сварочного приспособления являются строительные компании, производства изготавливающие изделия для строительных компаний и компании, производящие быстросборные конструкции.

Для сегментирования применяют различные критерии разделения покупателей.

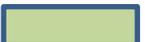
Основная категория потребителей сборочно-сварочного приспособления – это строительные организации. Критериями сегментирования выбираем специализацию компании, выпускаемую продукцию.

Сегментировать рынок использования сборочно-сварочной конструкции можно по следующим критериям (табл. 6).

		Выпускаемые изделия		
		Капитальные здания и сооружения	Изделия для зданий и сооружений	Быстросборные конструкции
Специализа	Строительная			

	Производственная			
	Коммерческая			

Фирма А 

Фирма Б 

Фирма В 

Таблица 6 – Карта сегментирования рынка

По приведенной карте сегментирования рынка использования сборочно-сварочного приспособления видно, что наиболее востребовано оно будет в строительных компаниях, которые занимаются капитальным строительством, а также возведением быстровозводимых зданий и сооружений.

### **9.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Проведем анализ конкурентных технических решений. Оценим сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

В качестве конкурентов рассмотрим следующие сборочно-сварочные приспособления, позволяющие сваривать двутавровую балку используемые в следующих компаниях:

1. ООО «СтеллаСтрой»
2. Группа компаний «Энергосервис»
3. Компания «СтальМастер»

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Для проведения анализа конкурентных технических решений составим оценочную карту (табл. 7).

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
Повышение производительности труда	0,07	5	5	4	4	0,35	0,35	0,28	0,28
Удобство эксплуатации	0,07	5	4	4	3	0,35	0,28	0,28	0,21
Энергоэкономичность	0,05	4	3	4	3	0,2	0,15	0,2	0,15
Надежность	0,07	5	4	4	4	0,35	0,28	0,28	0,28
Безопасность	0,07	5	4	4	4	0,35	0,28	0,28	0,28
Потребность в ресурсах памяти	0,05	5	5	5	4	0,25	0,25	0,25	0,2
Уровень шума	0,05	5	5	5	4	0,25	0,25	0,25	0,2
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	4	4	3	0,25	0,2	0,2	0,15

Простота в эксплуатации	0,05	5	4	5	4	0,25	0,2	0,25	0,2
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	5	5	5	4	0,25	0,25	0,25	0,2
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	4	3	0,35	0,28	0,28	0,21
Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	4	3	0,25	0,25	0,2	0,15
Цена	0,05	5	5	4	5	0,25	0,25	0,2	0,25
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	4	4	5	0,25	0,2	0,2	0,25
Послепродажное обслуживание	0,05	5	4	4	5	0,25	0,2	0,2	0,25
Финансирование научной разработки	0,05	4	5	4	5	0,2	0,25	0,2	0,25
Срок выхода на рынок	0,05	3	4	5	4	0,15	0,2	0,25	0,2
Наличие сертификации разработки	0,05	3	4	5	4	0,15	0,2	0,25	0,2
<b>ИТОГО</b>	1	84	78	78	71	4,7	4,32	4,3	3,91

Из полученной таблицы видно, что проектируемое сборочно-сварочное приспособление имеет лучшую позицию, по сравнению с конкурентами.

Приспособление ООО «СтеллаСтрой» сложно в настройке и установке отдельных деталей.

Приспособление группы компаний «Энергосервис» позволяет изготавливать изделия строго ограниченного размерного ряда, что сильно сужает рынок использования.

Приспособление компании «СтальМастер» плохо справляется со сварочными деформациями, что требует дополнительной правки готового изделия.

Спроектированное приспособление просто в эксплуатации. Состоит из доступных комплектующих изделий. Позволяет уменьшить влияние сварочных деформаций на готовое изделие.

Изделие собирается в приспособлении от начала до конца с наименьшим числом переворотов.

### 9.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

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

Сначала опишем сильные и слабые стороны проекта, выявим возможности и угрозы для реализации, которые могут появиться. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Тщательный расчет и продуманность конструкции приспособления. С2. Экологичность приспособления.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки. Сл2. Малое число потенциальных потребителей
--	---	--

	<p>С3. Возможность выпуска большого ассортимента продукции</p> <p>С4. Квалифицированный персонал.</p> <p>С5. Быстрая окупаемость приспособления.</p>	<p>приспособления.</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимых ресурсов для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл4. Требуется больших первоначальных вложений капитала.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование имеющегося производства для изготовления основной части приспособления.</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса конструирование и изготовление приспособлений для сборки и сварки.</p> <p>В3. Выход на рынок и увеличение числа потребителей оснастки.</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>		
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации</p>		

продукции		
У4. Несвоевременное		
финансовое обеспечение		
научного исследования.		

Вторым этапом SWOT-анализа является выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Построим интерактивную матрицу проекта (табл. 9).

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	0	-	+	+	+
	B2	+	0	+	+	-
	B3	+	+	+	+	0
	B4	-	0	+	+	+

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	0	-	+	+
	B2	-	+	+	-
	B3	-	+	-	-
	B4	0	-	-	+

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	-	-	0
	У2	+	+	+	+	-

	У3	+	+	0	-	-
	У4	-	-	-	-	+

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	У3	+	-	+	+
	У4	+	+	+	+

Третьим этапом SWOT-анализа является итоговая матрица SWOT (табл. 10).

Таблица 10 – Итоговая матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Тщательный расчет и продуманность конструкции приспособления.</p> <p>С2. Экологичность приспособления.</p> <p>С3. Возможность выпуска большого ассортимента продукции</p> <p>С4. Квалифицированный персонал.</p> <p>С5. Быстрая окупаемость приспособления.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки.</p> <p>Сл2. Малое число потенциальных потребителей приспособления.</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимых ресурсов для проведения испытания опытного образца.</p> <p>Сл4. Требуется больших первоначальных вложений капитала.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование имеющегося производства для изготовления основной</p>	<p>В1С4. Задействование квалифицированного персонала и имеющегося</p>	<p>В1Сл1. Требуется тщательной отработки всей технологической</p>

<p>части приспособления.</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса и конструирование и изготовление приспособлений для сборки и сварки.</p> <p>В3. Выход на рынок и увеличение числа потребителей оснастки.</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>оборудования.</p> <p>В2С3. Расширение ассортимента приспособлений.</p> <p>В3С3. Расширение рынка потенциальных потребителей.</p> <p>В4С5. Быстрая окупаемость приспособление позволит получить большую прибыль при повышении стоимости у конкурентов.</p>	<p>документации.</p> <p>В2Сл4. Для конструирования и изготовления новых приспособлений понадобятся денежные вложения.</p> <p>В3Сл2. Ограниченность числа потребителей</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования.</p>	<p>У1С3. Возможность быстрой переналадки и проектирования под новый ассортимент производства.</p> <p>У2С4. Повышение качества производимой продукции</p> <p>У4С5. Возможность получения быстрой прибыли.</p>	<p>У1Сл2. Не нужна разработка в производстве.</p> <p>У2Сл4. Отсутствие первоначальных средств на развитие.</p> <p>У3Сл1. Сложности в сертификации без прототипа.</p>

### 9.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценим готовность разработки к коммерциализации и выясним уровень знаний у разработчика для ее проведения (или завершения). Для этого составим бланк оценки готовности научного проекта к коммерциализации (табл. 11).

Таблица 11 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации.

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	3
11.	Проработаны вопросы международного	2	2

	сотрудничества и выхода на зарубежный рынок		
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	44	47

По итогам составления бланка оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации видно, что перспектива разработки средняя, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

При выводе приспособления на рынок не были учтены пути реализации и продвижения продукта на рынок. Требуется составить бизнес-план с привлечением специалистов, для успешного продвижения на рынок.

### **9.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Согласно составленной выше таблице перспектива коммерциализации проекта средняя. Рассмотрим методы коммерциализации научных разработок и выберем наиболее подходящий для проекта.

Выделяют следующие методы коммерциализации научных разработок.

1. Торговля патентными лицензиями;
2. Передача ноу-хау;
3. Инжиниринг;
4. Франчайзинг;

5. Организация собственного предприятия;
6. Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия;
7. Организация совместного предприятия, т.е. объединение двух и более лиц для организации предприятия;
8. Организация совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».

Проанализировав перечисленные методы коммерциализации, выбираем методы №6, 7. Эти методы наиболее подходят для коммерциализации проекта, так как вливание в существующее предприятие или организация совместного предприятия позволит наиболее полно и с меньшими потерями реализовать научный проект на производстве.

## 9.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Устав научного проекта имеет следующую структуру:

- 1) Цели и результаты проекта.
- 2) Организационная структура проекта.
- 3) Ограничения и допущения проекта.

### 9.2.1 Цели и результат проекта

Рассмотрим, кто является заинтересованными сторонами проекта и из возможные ожидания о реализации его (табл. 12).

Таблица 12 – Заинтересованные стороны проекта.

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидание заинтересованных сторон</b>
Пользователь	Возможность улучшения качества производимой продукции
Разработчик	Получение прибыли со своего продукта
Научный руководитель, студент	Выполненная выпускная квалификационная работа

Определим цели и результаты проекта (табл. 13).

Таблица 13 – Цели и результат проекта.

<b>Цели проекта:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Сбор данных о способах изготовления колонн строительных на производстве.</li><li>• Проектирование приспособления для сборки и сварки колонны.</li><li>• Расчет стоимости разработки</li><li>• Создание технического задания и</li></ul>
----------------------	---

	проектного решения. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реализация приспособления на производстве.</li> <li>• Внедрение разработки</li> </ul>
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Успешное внедрение разработки в производство.
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Успешное тестирование приспособления.
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие сварочных деформаций и точность сборки изделия согласно чертежу.</li> <li>• Разработанное приспособление полностью соответствует проектным решениям.</li> </ul>

### 9.2.2 Организационная структура проекта

Организационная структура проекта представлена в таблице 14.

Таблица 14 - Рабочая группа проекта.

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1	Першина А.А. Доцент отделения электронной инженерии	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта, координирует деятельность участников проекта.	216
2	Верхотурова Л.А. Магистрант отделения электронной инженерии	Исполнитель	Специалист, выполняющий отдельные работы по проекту	432
<b>ИТОГО:</b>				

### 9.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованными в рамках данного проекта (табл. 15).

Таблица 15 - Ограничения проекта.

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	150 000 рублей
3.1.1. Источник финансирования	НИТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.12.2019 – 31.05.2021
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.10.2019
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2021

### **9.3 Планирование управления научно-техническим проектом**

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

Ниже рассмотрены элементы, которые включает в себя план управления научным проектом.

#### **9.3.1 Иерархическая структура работ проекта**

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта.

На рисунке 18 представлена иерархическая структура по разработке приспособления для сборки и сварки.



Рисунок 18 – Иерархическая структура.

### 9.3.2 Контрольные события проекта

Определим ключевые события проекта, их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Контрольные события проекта представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Контрольные события проекта.

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Составление технического задания проекта	01.10.2019	Техническое задание
2	Изучение литературы и выбор метода изготовления колонны	25.01.2020	Защита НИРС в первом семестре

3	Теоретические исследования и расчет сварочных деформаций	22.06.2020	Защита НИРС во втором семестре
4	Конструирование сборочно-сварочного приспособления	18.01.2021	Защита НИРС в третьем семестре
5	Оформление пояснительной записки	06.06.2021	Защита преддипломной практики
6	Защита ВКР	15.06.2021	Диплом магистра

### 9.3.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта построим календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представляется в виде таблицы (табл. 17).

Таблица 17 – Линейный график проекта.

<b>Код работы</b>	<b>Название</b>	<b>Длительность, дни</b>	<b>Дата начала работ</b>	<b>Дата окончания работ</b>	<b>Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)</b>
1.1.	Составление технического задания ВКР	30	01.09.2019	01.10.2019	Першина А.А.
2.1.	Изучение проблемы и подбор литературы	90	02.10.2019	30.12.2019	Верхотурова Л.А
2.2.	Изучение литературы и выбор методов решения проблемы	25	31.12.2019	25.01.2020	Верхотурова Л.А
2.3.	Составление календарного плана работ	7	26.01.2020	06.02.2020	Першина А.А.
3.1.	Моделирование технологического процесса	21	07.02.2020	29.02.2020	Верхотурова Л.А
3.2.	Проведение расчетов	112	01.03.2020	22.06.2020	Верхотурова Л.А
3.3.	Проектирование приспособлений	210	23.06.2020	18.01.2021	Верхотурова Л.А
4.1.	Оценка эффективности полученных результатов	41	19.01.2021	28.02.2021	Першина А.А.

4.2.	Оформление пояснительной записки	98	01.03.2021	06.06.2021	Верхотурова Л.А
4.3	Подготовка к защите ВКР	7	07.06.2021	15.06.2021	Верхотурова Л.А
<b>ИТОГО:</b>		<b>641</b>	<b>01.09.2019</b>	<b>15.06.2021</b>	

Построим диаграмму Ганта для иллюстрации календарного плана проекта.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

При этом работы на графике выделены различным цветом, в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 18 – Календарный план-график проведения НИРС.

Код работ	Вид работ	Исполнители	Т.ч. у.	Продолжительность выполнения работ																										
				Сен.			Окт.			Нояб.			Дек.			Янв.			Февр.			Март			Апр.			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.1.	Составление технического задания ВКР	Р.	30	■																										
2.1.	Изучение проблемы и подбор литературы	С.	90				■																							
2.2.	Изучение литературы и выбор методов решения проблемы	С.	25				■						■																	
2.3.	Составление календарного плана работ	Р.	7										■																	
3.1.	Моделирование технологического процесса	С.	21													■														
3.2.	Проведение расчетов	Р.С.	112																■											

Продолжение таблицы 18.

Код работ	Вид работ	Исполнители	Т.ч. у.	Продолжительность выполнения работ																										
				Июнь.			Сен.			Окт.			Янв.			Фев.			Март.			Апр.			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
3.2.	Проведение расчетов	Р.С.	112	■																										
3.3.	Проектирование приспособлений	Р.С.	210				■																							
4.1.	Оценка эффективности полученных результатов	Р.	41										■						■											
4.2.	Оформление пояснительной записки	Р.С.	90																■											
4.3.	Подготовка к защите ВКР	С.	7																									■		

### 9.3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 24.

#### 9.3.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Расчет расходов представлен в таблице 19.

Таблица 19 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты.

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Двугавровая балка 20Ш	кг	49,8	100,7	5 014,86
Двугавровая балка 25Ш	кг	47,8	99,7	4 765,66
Накладка	кг	34	104	3 536

Труба прямоугольная 180x80x7	кг	27,4	200,8	5 501,92
Уголок магнитный	шт.	2	44 270	88 540
Прижим винтовой	шт.	2	18 180	36 360
	Всего материалы			143 718,44
	Транспортно-заготовительные расходы (4%)			5 748,74
	ИТОГО			149 467,18

#### **9.3.4.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ**

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Для выполнения проекта потребовалось приобретение персонального компьютера, установка лицензионной конструкторской программы.

Затраты представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
----------	------------------------------	-------------------------------	---	--

1.	Персональный компьютер Lenovo ThinkPad Yoga 14	1	62 000	62 000
2.	Лицензионная конструкторская программа	1	8 290	8 290
			ИТОГО	70 290

### 9.3.4.3 Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 21.

Таблица 21 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс.руб	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
Руководитель	216	17 000	17 000
Студент	432	2650	2650
			ИТОГО
			19 650

Статья затрат включает в себя основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}},$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 20);

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя.

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 22).

Таблица 22 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	62	62
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	185

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{р}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 23.

Таблица 23 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З <sub>б</sub> , руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	17 000	1,3	1,3	1,3	57460	3230	216	697 680
Студент	2650	1,3	1,3	1,3	8957	503	432	186 624
ИТОГО								884 4

#### 9.3.4.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (17)$$

где  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

В таблице 24 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 24 - Заработная плата исполнителей НТИ

<b>Заработная плата</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Студент</b>
Основная зарплата	697 680	186 624
Дополнительная зарплата	83 721, 6	
Зарплата исполнителя	781 401,6	186 624

#### **9.3.4.5 Отчисления на социальные нужды**

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 0,32.

Отчисления на внебюджетные фонды составит 235 983,28 руб. с заработной платы руководителя.

#### **9.3.4.6 Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями**

На эту статью относится стоимость контрагентных работ, т.е. работ, выполненных сторонними организациями и предприятиями по заказу данной научно-технической организации, результаты которых используются в конкретном НТИ. Кроме того, на эту статью расходов относят оплату консультаций, использование интернета и т.д.

Стоимость расходов на интернет на все время реализации проекта составила 64 750 руб.

### 9.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Таблица 25 – Бюджет затрат.

Затраты по статьям						
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
149 467,18	70 290	884 304	83 721,6	64 750	235 983,28	<b>1 488 516,06</b>

В результате было получено, что бюджет затрат на проект составит 1 488 516,06 руб.

### 9.4 Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная.

Выбираем проектную структуру. Критерии выбора представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Критерии выбора проектной организационной структуры.

Критерии выбора	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Высокая

Технология проекта	Новая
Сложность проекта	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Низкая

## 9.5 Матрица ответственности.

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (табл. 27).

Таблица 27 - Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель	Магистрант
Составление технического задания ВКР	У	И
Изучение проблемы и подбор литературы		И
Изучение литературы и выбор методов решения проблемы		И
Составление календарного плана работ	У	И
Моделирование технологического процесса	У	И
Проведение расчетов		И
Проектирование приспособлений		И
Оценка эффективности полученных результатов	У	
Оформление пояснительной записки	У	И

Подготовка к защите ВКР	У	И
-------------------------	---	---

Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

## 9.6 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта. Плана управления коммуникациями приведен в таблице. 27.

Таблица 27 - План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель проекта	Представителю заказчика	Ежеквартально (первая декада квартала)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Участникам проекта	Еженедельно (пятница)
3.	Документы и информация по проекту	Ответственное лицо по направлению	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и контрольных точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления

## 9.7 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. В таблице 29 представлен реестр рисков.

Таблица 29 - Реестр рисков.

Риск	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
Потеря актуальности	1	5	низкий	Увеличение ассортимента изделий изготавливаемых с помощью приспособления	Хаотичное изменение рынка и дизайнов зданий
Рост цен на сырье и материалы	3	5	средний	Использование для изготовления приспособления обрезков металла от основного производства	Увеличение закупочных цен у производителей, рост цен на бензин, электроэнергию
Пандемия	5	5	высокий	Вакцинация	Не соблюдение условий дистанцирования и отсутствие вакцины

## **9.8 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

### **9.8.1 Оценка абсолютной эффективности исследования**

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cash flow). Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности инноваций в качестве основных показателей рекомендуются:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- внутренняя норма доходности;
- потребность в дополнительном финансировании;
- срок окупаемости;
- индексы доходности затрат и инвестиций и др.

Все перечисленные показатели основываются на сопоставлении чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности, и их приведении к определенному моменту времени. Теоретически чистые денежные поступления можно приводить к любому моменту времени (к будущему либо текущему периоду). Но для практических целей оценку инвестиции удобнее осуществлять на момент принятия решений об инвестировании средств.

Составим план денежных потоков от запуска сборочно-сварочного приспособления в производство (таблица 30). Будем считать, что продолжительность шага расчета равна одному году. Предполагается, что поступления денежных средств заносятся в таблицу со знаком "+", а расходование (оттоки) - со знаком "-".

Таблица 30 - План денежных потоков.

№	Показатель, млн.руб	Номер шага (периода)расчета (t)					
		0	1	2	3	4	5
Операционная деятельность							
1	Выручка без НДС	0,0	1080,0	1620,0	2160,0	2700,0	3240,0
2	Полные текущие издержки, в том числе:	0,0	-839,7	-1052,9	-1165,3	-1322	-1497,4
3	прямые материальные затраты	0,0	-180,0	-270,0	-360,0	-440,0	-520,0
4	ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды	0,0	-248,0	-310,0	-322,4	-360,8	-409,2
5	Силовая энергия	0,0	-80,0	-100,0	-104,0	-116,4	-132,0
6	Общепроизводственн ые расходы	0,0	-147,0	-156,0	-156,0	-160,0	-165,0
7	Общехозяйственные расходы	0,0	-120,0	-125,0	-125,0	-130,0	-135,0
8	Коммерческие расходы	0,0	-30,0	-37,5	-39,0	-43,7	-49,5
9	Прочие расходы	0,0	-34,7	-54,4	-58,9	-71,1	-86,7
10	Денежный поток от производственной (операционной) деятельности)	0,0	240,3	567,1	994,7	1378	1742,6

Инвестиционная деятельность							
11	Поступление инвестиций	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Капиталовложения, обслуживание инвестиций	-500,0	-150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Сальдо от инвестиционной деятельности	-500,0	-150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	Сальдо суммарного потока	-500,0	-19,7	204,6	221,7	267,5	326,1
15	Сальдо накопленного потока	-500,0	-519,7	-315,0	-93,4	174,1	500,2
16	Коэффициент дисконтирования при ставке дохода 10%	1,00	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
17	Дисконтированное сальдо суммарного потока	-500,0	-17,9	169,1	166,5	182,7	202,5
18	Дисконтированные инвестиции	-500,0	-136,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Чистый доход (ЧД) указан в последнем столбце 5 строки 15 таблицы: ЧД=500,2 млн.руб. Определим ЧДД проекта при норме дисконта  $E=10\%$ , приводя поток к шагу 0 ( $t_0=0$ ). Чистый дисконтированный доход определяется суммированием строки 17: ЧДД = 202,9 млн. руб. Таким образом, проект, эффективен.

ВНД определяется, исходя из стр.14, подбором значения нормы дисконта. В результате получим  $ВНД=21\%$ . Это еще раз подтверждает эффективность проекта, так как  $ВНД>E$ . Потребность в финансировании (ПФ) определяется

максимальным отрицательным значением по строке 15 и равно 519,7 млн.руб (в периоде 1).

Сроком окупаемости (payback period) называется продолжительность периода от момента разработки проекта до момента окупаемости. Он определяется путем сопоставления произведенных капитальных вложений с величиной доходов от реализации проекта. Моментом окупаемости называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый доход ЧД(k) становится и в дальнейшем остается неотрицательным. При оценке эффективности срок окупаемости, как правило, выступает только в качестве ограничения. Для более полной оценки эффективности ИП определяется срок окупаемости с учетом дисконтирования.

Момент окупаемости проекта также определяется на основании данных в строке 15 таблицы 30. Из нее видно, что он лежит внутри периода 4, так как в конце периода 3 сальдо накопленного потока  $<0$ , а аналогичное сальдо в конце периода 5 больше 0. Для уточнения срока окупаемости обычно принимается, что в пределах одного периода сальдо накопленного потока меняется линейно. Тогда "расстояние" от начала периода до момента окупаемости (выраженное в продолжительности периода) определяется по формуле:

$$t = \frac{-C_{н3}}{C_{сум4}} = \frac{93,4}{267,5} = 0,35 \text{ периода (в данном случае года)}$$

где  $C_{сум4}$  - сальдо суммарного потока 4 периода

$C_{н3}$  - сальдо накопленного потока 3 периода

Срок окупаемости, отсчитанный от начала нулевого периода, составляет 4,35 года, если же отсчитывать его от начала операционной деятельности (конец нулевого периода), он окажется равным 3,35 года.

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных

секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

Для оценки социальной эффективности научного проекта выявим критерии социальной эффективности, на которые влияет реализация научного проекта и оценить степень их влияния.

Таблица 31 - Критерии социальной эффективности.

ДО	ПОСЛЕ
Большая трудоёмкость изготовления колонны	Трудоёмкость сборки и сварки значительно уменьшена
Тяжелые условия труда сварщика и слесаря	Улучшение условий труда
Зависимость компаний от монополии изготовителей колонн	Снижается зависимость от компаний – производителей колонн. Возможность изготавливать колонны самими же строителями.

### 9.8.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 32.

Таблица 32 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии / Приспособление по сборке - сварке	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда производителя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
4. Энергосбережение	0,20	4	3	3
5. Надежность	0,25	4	5	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4	5
ИТОГО	1	26	20	22

Определим интегральный показатель ресурсоэффективности и интегральный финансовый показатель разработки и проведем сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналога. Сравнительная эффективность проекта представлена в таблице 33.

Таблица 33 – Сравнительная эффективность проекта.

	Текущий проект	Аналог
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,25	3,5
Интегральный финансовый показатель разработки	0,19	0,2
Интегральный показатель эффективности	22,4	17,5

Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,95	1,05
--	------	------

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что выбранный вариант реализации проекта эффективен с позиции финансовой и ресурсоэффективности по сравнению с аналогами, представленными на рынке.

## 9.9 Вывод

В ходе предпроектного анализа было определено, что продукт научного исследования, а именно сборочно-сварочное приспособление будет востребовано в строительных компаниях, которые занимаются капитальным строительством, а также возведением быстровозводимых зданий и сооружений.

Проектируемое сборочно-сварочное приспособление имеет лучшую позицию, по сравнению с конкурентами.

Проведенный SWOT-анализ показал сильные и слабые стороны проекта.

По итогам составления бланка оценки выявили степень готовности научного проекта к коммерциализации.

При выводе приспособления на рынок не были учтены пути реализации и продвижения продукта на рынок. Требуется составить бизнес - план с привлечением специалистов, для успешного продвижения на рынок.

Для успешной реализации проекта составлена организационная структура и календарный план-график проведения НИРС.

Рассчитан бюджет научного исследования. Расписан реестр рисков и критерии социальной эффективности проекта.

Составлен план денежных потоков и определены значения интегральных показателей эффективности финансовой и ресурсоэффективности по сравнению с аналогами, представленными на рынке.

## **10 Социальная ответственность**

### **10.1 Введение**

Социальная ответственность - ответственность отдельного человека и производственного сообщества перед обществом. Первостепенной задачей при этом стоит безопасность техники и используемой технологии, минимизация негативных последствий на окружающую среду и работников, непосредственно занятых в данном производстве.

В ходе данной работы было рассчитано и спроектировано приспособление для сборки и сварки колонны крайней. Раздел включает в себя оценку труда на рабочем месте сборщика и сварщика, анализ вредных и опасных факторов труда, меры по защите от них.

## 10.2 Производственная безопасность

### 10.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проведем анализ микроклимата в производственном помещении, где происходит сборка и сварка колонны крайней.

Микроклимат производственных помещений определяют следующие показатели: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти показатели влияют на самочувствие работника.

Определяют оптимальные и допустимые параметры микроклимата.

Оптимальные – включают показатели внутреннего пространства объекта, при которых у человека будет нормальное тепловое состояние и минимальное напряжение.

Допустимые – включают параметры, при которых с длительным воздействием у человека появляется ухудшение самочувствия, ощущение дискомфорта.

Оптимальные и допустимые значения показателей микроклимата представлены в таблице 34 и 35.

Таблица 34 - Оптимальные нормы микроклимата.

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0,1
Теплый	23-25	40-60	0,1

Таблица 35 - Допустимые нормы микроклимата.

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	менее 0,5

Теплый	22	28	20-80	менее 0,5
--------	----	----	-------	-----------

Общая площадь производственного помещения составляет 200м<sup>2</sup>, объем составляет 700м<sup>3</sup>. Ширина проходов с каждой стороны сборочно-сварочного приспособления должна быть не менее 1 м [1]. Согласно СНиП 2.09.02-85 производственное помещение соответствует санитарным нормам [2].

Проведем анализ микроклимата: рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость воздуха.

В помещении, где происходит сварка осуществляется принудительная вентиляция: присутствует вытяжная и приточная вентиляция.

Воздух поступающий из приточной вентиляции в холодное время года предварительно нагревается водяным нагревательным прибором.

Воздух в приточную вентиляцию поступает из зоны с наименьшим загрязнением. Впуск приточного воздуха осуществляется через устройства, обеспечивающие равномерное распределение воздуха по всей рабочей зоне. Скорость движения воздуха устанавливается в пределах 0,1 м/с. Объем удаляемого воздуха должен составлять не менее 1500 м<sup>3</sup>/ч.

Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет системы водяного отопления с нагревом воды до 100°С, а в теплое время года – за счет кондиционирования. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [3].

### **10.2.2 Превышение уровней шума**

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Уровень шума в сборочно-сварочных цехах не должен превышать величин, установленных в СН 2.2.4 [4].

Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

К средствам коллективной защиты относят: устранение причин шума, изоляция источников (применение звукопоглощающих экранов).

К средствам индивидуальной защиты относят защитные средства органов слуха - наушники, беруши.

### **10.2.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Источником электромагнитных излучений при процессе сварки являются три источника:

- процессы в источнике питания электрической дуги сварочным током;
- процессы в сварочной цепи, включая электрическую дугу;
- процессы в устройствах для возбуждения или поддержания сварочной дуги.

Оценка и нормирование воздействия электромагнитного излучения осуществляется в зависимости от времени воздействия на работника за смену.

Предельно допустимый уровень напряженности электромагнитного излучения в один час за смену установлен 60 кВ/м [5].

При превышении данного значения необходимо использовать средства индивидуальной защиты.

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения [6]:

- а) до 10 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы (8 часов);
- б) от 10 до 100 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 2 часов;
- в) от 100 до 1000 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- г) для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см<sup>2</sup>.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется средствами коллективной защиты (защита временем, расстоянием, экранирование источника) и средствами индивидуальной защиты (очки и спецодежда).

#### **10.2.4 Поражение электрическим током**

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный и трехфазный электрический ток напряжением 220 и 380В, и частотой 50Гц. По опасности электропоражения производственное помещение относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [8].

В связи с вышеперечисленным помещение относится к первому классу электроопасности – помещение без повышенной опасности.

В производственном помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены.

Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому работнику необходимо знать основы медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего происходит при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. После освобождения пострадавшего из-под напряжения необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- при отсутствии дыхания приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горящей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;
- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют средства индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, изолирующие инструменты, калоши, коврики) и средства коллективной защиты (заземление источников электрического тока, использование щитов, барьеров, специальных знаков и плакатов).

### 10.2.5 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 рекомендуемые показатели освещения сварочных и сборочно-сварочных цехов должно быть не менее 300 лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 20$  м, ширина  $B = 10$  м, высота = 3,5м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B = 20 \times 10 = 200 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор  $\rho_C = 50\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_{II} = 70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3 = 1,5$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем дневного света ЛД-40, световой поток которой равен  $\Phi_{\text{ЛД}} = 2600$  лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda=1,1$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,3$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,8 = 1,7 \text{ м}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 1,7 = 1,87 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{10}{1,7} = 5,9 \approx 6$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{20}{1,7} = 11,8 \approx 12$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 6 \cdot 12 = 72$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,7}{3} = 0,5 \text{ м}$$

Размещаем светильники в шесть рядов. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

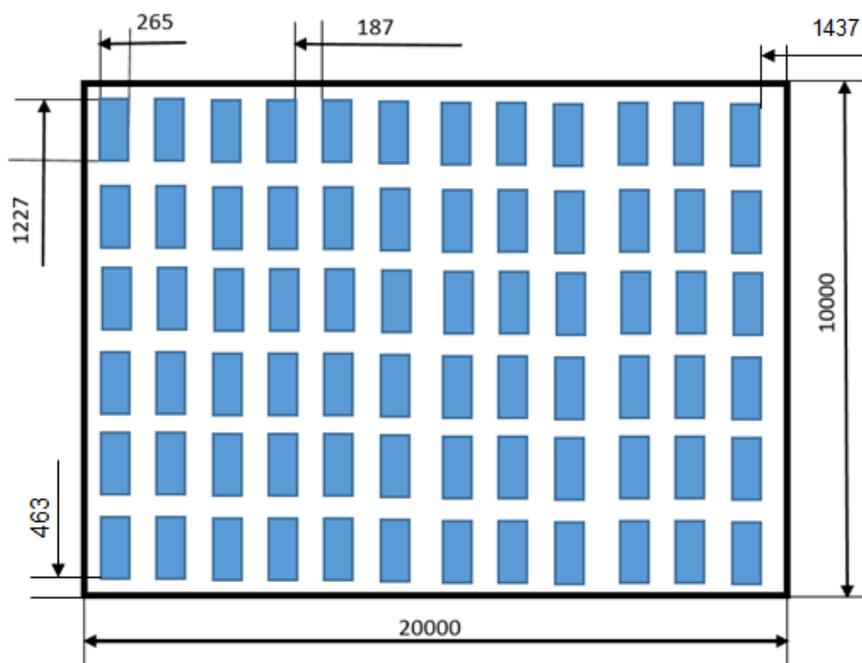


Рисунок 20 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{20 \cdot 10}{1,7 \cdot (20 + 10)} = 3,9$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{п}} = 70 \%$ ,  $\rho_{\text{с}} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,6$  равен  $\eta = 0,47$ .

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{л}} = (E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z) / N \cdot \eta = (300 \cdot 200 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / 72 \cdot 0,47 = 2925,5 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$
$$\frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2925,5}{2600} \cdot 100\% = 12,5\%.$$

Таким образом, мы получили, что необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона. Теперь рассчитаем мощность осветительной установки:

$$P = 72 \cdot 40 = 18000 \text{Вт} = 2,9 \text{кВт}$$

### 10.2.6 Пожарная опасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания на категории А, Б, В, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 производственное помещение относится к категории В– горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам).

Причины возникновения пожара в производственных помещениях носят электрический и неэлектрический характер.

Причины электрического характера – это короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Причины неэлектрического характера - это халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня).

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. Специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;

2. Первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);

3. Автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений до взрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

На видном месте в производственном помещении должен быть расположен план эвакуации с изображением мест расположения огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

Пример плана эвакуации представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 – План эвакуации

### 10.3 Экологическая безопасность

Значение электросварки в современном производстве велико. Она находит применение практически во всех основных отраслях народного хозяйства: машиностроении, судостроении, металлургии, космической и атомной промышленности, строительстве, энергетике и т.д. В то же время процесс дугового соединения металла сопровождается возникновением специфических неблагоприятных производственных факторов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду.

В производственных помещениях в воздухе наблюдается присутствие сварочного аэрозоля. К тому же концентрация оксидов азота периодически достигает 3...26 ПДК (предельно-допустимая концентрация), хрома - 3...10 ПДК, никеля - 1...6 ПДК. При ручной - дуговой сварке основными неблагоприятными факторами является выделение марганца и фторсодержащей пыли.

До недавнего времени слабым местом коллективных средств защиты была их экологическая не проработанность - отсутствие очистки воздуха перед выбросом в атмосферу. Фирма "Экология России" разработала фильтры, обеспечивающие очистку воздуха от твердой и газообразной составляющей сварочного аэрозоля.

Собранные фильтром отходы сдаются на полигон для последующей утилизации.

Значительный интерес представляют рекомендации по сокращению выделения пыли путем управления переносом электродного металла. Рекомендуется также широкое применение механизированных способов сварки, применению механизации, автоматизации и роботизации сварки, более широкое применение сварки давлением, в частности, контактной сварки.

## 10.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия, аварии на электро-, тепло- коммуникациях, порывы на водоканале.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения.

В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Для обеспечения работы предприятия при аварии на электрокоммуникациях должны быть предусмотрены резервное питание жизнеобеспечивающих структур предприятия.

При порывах на водоканале должно быть обеспечен аварийный подвоз питьевой и технической воды для работы оборудования.

На производстве наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

## 10.5 Перечень НТД

1. ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности.
2. СНиП 31-03-2001. Производственные здания.
3. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
5. СанПин 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
6. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты.
7. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
8. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
9. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
10. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
12. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
13. СанПиН 2.1.6.983-00. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха.
14. ГОСТ 30775-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

## Заключение

В ходе работы было рассчитано и спроектировано приспособление для сборки и сварки колонны крайней.

Разработанная конструкция приспособления для сборки и сварки для колонны крайней изготавливаемой по чертежу С2435-КР.И-К представлена в Приложении Е.

Весь процесс происходит на одном приспособлении с одним переворотом изделия, что значительно сокращает трудоемкость процесса.

Деталь колонны №7 укладывается на опоры сбоку к ней приставляют детали №1 и фиксируют магнитным уголками. Сверху деталь №1 прижимается к опоре винтовым зажимом. Далее происходит процесс сборки (наложение прихваток) и затем процесс сварки согласно технологическим картам.

Чертеж опоры с установленными элементами крепления представлен в Приложении Ж.

Далее согласно чертежу, устанавливаются детали №8 – 6 шт., фиксируются теми же винтовыми зажимами и провариваются согласно технологической карте.

Следующим этапом полуфабрикат колонны с помощью кантователей переворачивается на  $180^\circ$ , фиксируется магнитными углами и устанавливаются остальные 6 штук деталей №8 и провариваются согласно технологической карте.

Недостатками данного приспособления является отсутствие готового винтового зажима с такими габаритными размерами. Изготовление его в индивидуальном порядке увеличит себестоимость сборочно-сварочного приспособления.

Были просчитаны ресурсоэффективность установки и ее ресурсосбережение.

Определена социальная ответственность при проведении сборочно-сварочных работ.

## Список использованных источников

1. Изготовление металлических колонн. [Электронный ресурс] URL: <https://24-stroy.ru/index.php/kolonny> (дата обращения 02.11.2020).
2. Азаров Н.А. Производство сварных конструкций: учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009 – 146 с.
3. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Сварочные приспособления. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.
4. ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.
5. Мовшович А. Я., Изотова К. А., Черная Ю. А., Бондарь О. В. Конструкции универсальных сборно-разборных приспособлений для сборочно-сварочных работ (УСРП-С) - Машинобудування. - 2012. - № 9. - С. 148-161.
6. ГОСТ 31.111.41-93 Детали и сборочные единицы универсально-сборных приспособлений к металлорежущим станкам. Основные параметры. Конструктивные элементы. Нормы точности.
7. ГОСТ 31.111.42-83 Детали и сборочные единицы универсально-сборочных приспособлений к металлорежущим станкам. Технические требования. Методы контроля. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
8. Андриюшкин А.Ю., Галинская О.О., Сигаев А.Б. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: учебное пособие. – СПб.: Балт.гос.техн.ун-т – 2015 – 104 с.
9. Патент №2035284, РФ, Кондуктор для сборки и сварки деталей, заявл. 18.10.1991, опубл. 20.05.1995 – 7с.
10. Патент №2704679, РФ, Сборочный стапель, заявл. 16.04.2018, опубл. 30.10.2019 – 8с.
11. Крохалев В.Г. Технология изготовления металлических конструкций: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017–180 с.

12. Патент №549565, РФ, Кондуктор для сборки пространственных каркасов, заявл. 23.06.1975; опубл. 05.03.1977 – 6с.
13. Патент № 910387, РФ, Устройство для сборки под сварку угловых коробчатых металлоконструкций, заявл. 06.06.1980; опубл. 07.03.1982 – 4с.
14. Сборочно-сварочные столы. [Электронный ресурс] URL: <https://vektor-grupp.ru/shop/sborочно-svarochnye-stoly> (дата обращения 15.12.2020).
15. Терентьев Г.П. Технология изготовления металлических конструкций. – Н.Новгород: ННГАСУ – 2016 – 52 с.
16. Терентьев Г.П. Смирнов Д.Н. Основы технологии изготовления металлических конструкций для большепролетных зданий и сооружений. – Н.Новгород: ННГАСУ – 2017 – 125 с.
17. Таубер Б. А. Сборочно-сварочные приспособления и механизмы. - М.: Машгиз - 1951. - 416 с.
18. Фаскиев Р.С. Проектирование приспособлений: учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ – 2006 – 178 с.
19. РД 50-635-87 Методические указания. Размерные цепи. Основные понятия.
20. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013 – 132 с.
21. ГОСТ 3.1107-81 Единая система технологической документации (ЕСТД). Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.
22. M.Al Ali and N. Daneshjo. Size and distribution of welding stresses; Elsevier №40, 2012 – 2-7 с.
23. V.Sousa, F.J.G. Silva, J.S. Fecheira, R.D.S.G. Campilho. A Novel Modular Design of an Eequipment to Produce “T”-Profiles by Laser Welding; Elsevier №11, 2020 – 2-6 с.

24. M. Al Ali, S.A. Isaev, N.I. Vatin development of modified formulae for detection the welding stresses in the welded steel cross-sections; Article in Materials Physics and Mechanics №26, 2016 – 9-15с.
25. Mohamad Al Ali Technical University of Košice. The Welding Process as a Local Issue with Global Consequences; Article in Advanced Materials Research June, 2014 – 340-345.
26. Р 50-54-93-88 Классификация, разработка и применение технологических процессов.
27. ГОСТ 14637-89 (ИСО 4995-78) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.
28. Марочник стали и сплавов. [Электронный ресурс] URL: [http://www.splav-kharkov.com/mat\\_start.php?name\\_id=348](http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=348) (дата обращения 05.03.2021).
29. ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия.
30. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции.
31. Приспособление к столам сварочно-сборочным. [Электронный ресурс] URL: [zavod-vto.ru](http://zavod-vto.ru) (дата обращения 10.04.2021).
32. ГОСТ 9467-75 Electrodes covered metallic for manual arc welding of construction and heat-resistant steels. Types.
33. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
34. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.
35. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Сварочные приспособления. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.
36. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009 – 48 с.
37. Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. – Киев: Наук.думка, 1978 – 400 с.

## **Приложение А**

(обязательное)

**С2435-КР.И-К Колонна крайняя**



**Приложение Б**  
(обязательное)

**Технологические карты**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №1**

*сборки и сварки плавящимся электродом таврового соединения  
металлоконструкций из углеродистых и низколегированных сталей*

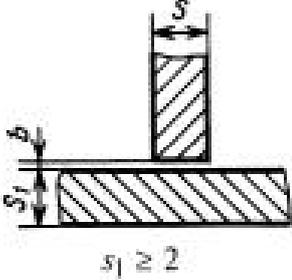
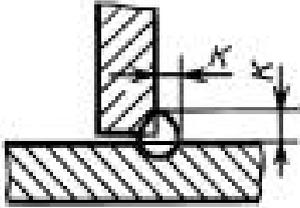
Разработал:

Студент группы 1ВМ91

Верхотурова Л.А.

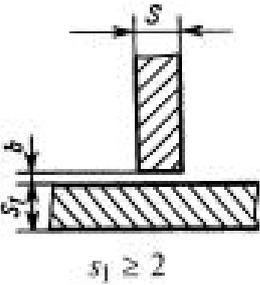
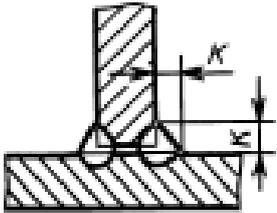
**Томск 2020**

1.	Способ сварки	<i>РД – Сварка ручная дуговая плавящимся электродом</i>			
2.	НТД по сварке	<i>ГОСТ 5264-80</i>			
3.	Основной материал:				
	Марка	<i>Ст3пс5</i>			
	Группа	<i>М01</i>			
	Типоразмер, мм	<b>Диаметр</b>	<i>Плоские детали</i>	<b>Толщина</b>	<i>от 12 мм до 20</i>
4.	Соединение:				
	Вид соединения	<i>тавровое</i>			
	Вид разделки	<i>без разделки</i>			
	Тип соединения	<i>Т1, Т3 по ГОСТ 5264-80</i>			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы					
	подготовленных кромок свариваемых деталей			сварного шва		
Т1						
	Деталь 1		Деталь 2		b, мм	K, мм
	№ поз.	s, мм	№ поз.	s1, мм		
	<b>11</b>	12	<b>16</b>	20	+3,0	Минимальное значение катета не более 1,2 толщины более тонкого элемента
	<b>11</b>	12	<b>4</b>	16	0	
<b>11</b>	12	<b>4</b>	16	+2,0		

				0	
	<b>8</b>	12	<b>7</b>	12	+2,0
					0
	<b>8</b>	12	<b>1</b>	16	+2,0
					0
	<b>1</b>	16	<b>15</b>	20	+3,0
					0
	<b>3</b>	16	<b>15</b>	20	+3,0
					0
	<b>2</b>	16	<b>15</b>	20	+3,0
					0
	<b>16</b>	20	<b>1</b>	16	+3,0
					0
	<b>4</b>	16	<b>1</b>	16	+3,0
					0
	<b>2</b>	16	<b>3</b>	16	+3,0
					0

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы	
	<b>ТЗ</b>	<b>подготовленных кромок свариваемых деталей</b>

					
Деталь 1		Деталь 2		b, мм	K, мм
№ поз.	s, мм	№ поз.	s1, мм		
<b>9</b>	12	<b>16</b>	20	+3,0 0	Минимальное значение катета не более 1,2 толщины более тонкого элемента
<b>9</b>	12	<b>4</b>	16	+3,0 0	
<b>7</b>	12	<b>15</b>	20	+3,0 0	
<b>7</b>	12	<b>1</b>	16	+2,0 0	
<b>2</b>	16	<b>15</b>	20	+3,0 0	

<b>5.</b>	<b>Способ подготовки кромок:</b>	<p>- подготовку кромок под сварку выполнить механическим способом: фрезерованием, абразивным кругом, пневматическими зубилами, термической (газовой резкой), плазменно-дуговой резкой;</p> <p>- после дуговой (воздушной и кислородной) резки, кромки деталей перед сваркой должны быть обработаны механическим способом на глубину 1,5-2,0 мм, до металлического блеска;</p> <p>- шероховатость поверхностей деталей без чертежа, выполняемых механической обработкой должна быть не ниже Rz 20;</p>
-----------	----------------------------------	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- кромки заготовок деталей, отрезанные гильотинными ножницами, не должны иметь заусенцев и завалов, превышающих 1,0 мм, а также трещин и расслоений;</li> <li>- все местные уступы и неровности, имеющиеся на кромках собираемых деталей препятствующие их соединению в соответствии с требованиями технических условий до сборки устранить с помощью абразивного круга или напильника, не допуская острых углов и резких переходов;</li> <li>- сопрягаемые поверхности деталей, а также прилегающие к месту наложения сварного шва участки шириной не менее 20 мм должны быть очищены от заусенцев, грязи, наледи, влаги, масла, коррозии.</li> </ul>
--	--	---

6.	Способ сборки:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сборка под сварку должна производиться с помощью прихваток;</li> <li>- процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности;</li> <li>- при сборочных работах запрещаются ударные воздействия на сварные конструкции при температуре ниже минус 25 °С;</li> <li>- сборку металлоконструкций, сборочных единиц и отдельных элементов их под сварку производить на специальных стендах или в кондукторах, обеспечивающих правильное взаимное расположение частей конструкций и предохраняющие их от деформаций;</li> <li>- местные повышенные зазоры должны быть устранены до начала общей сварки соединения. Если устранить зазоры поджатием деталей невозможно, то одну из деталей необходимо заменить, на деталь, обеспечивающую требуемый зазор под сварку;</li> <li>- собранные на стендах или в приспособлениях детали,</li> </ul>
----	----------------	---

		сборочные единицы после проверки их положения закрепить при помощи прихваток.
--	--	---

		Способ сварки	Расстояние между прихватками, мм	Длина одной прихватки, мм	Высота прихваток, мм
		РД	через 100-400, но не менее 2-х	20 – 30	до половины сечения шва, но не менее 3
7.	Требования к прихватке:	<p>- прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки швов. Прихватки должны быть зачищены от шлака и проконтролированы. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалить механическим способом и выполнить вновь;</p> <p>- необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток определяются теми же критериями, что и при сварке основного шва;</p> <p>- прихватки в сварных соединениях должны размещаться в местах расположения сварных швов;</p> <p>- запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов;</p> <p>- разрешается наложение прихваток вне мест расположения швов для временного скрепления деталей, если они не создают дополнительных концентраторов напряжений в соответствующих элементах металлоконструкций. В дальнейшем эти прихватки</p>			

		<p>должны быть удалены, а места их размещения зачищены;</p> <p>-перед наложением первого сварного шва, прихватки должны быть очищены от шлака, а места сварки от брызг;</p> <p>-при транспортировке и кантовке собранных под сварку металлоконструкций или отдельных составных частей, должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранение геометрических форм и размеров, заданных на сборку.</p>
--	--	--

8.	Сварочные материалы:	Тип	Э 42
		Марка	АНО-6 (аналог ESAB – ОК 46.00)
		ГОСТ	ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75

9.	Положение шва при сварке:	В1, В2, Г, Н1, Н2
----	---------------------------	-------------------

10.	Подогрев:	Сварку конструкций разрешается производить без предварительного и сопутствующего подогрева до температуры -20°С. При более низкой температуре окружающего воздуха сварку надлежит производить с предварительным местным подогревом до 120-160 °С в зоне шириной 100 мм с каждой стороны соединения.
-----	-----------	---

11.	<b>Сварочное оборудование:</b>	<i>Выпрямитель, сварочный агрегат, инверторный источник</i>
-----	--------------------------------	---

12.	Режимы сварки	Номер слоя (валика)	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А
		<i>прихватка</i>	3	постоянный ток,	75
		1	4		180
		2 - 6	5	обратной полярности	175

13.	<b>Технологические требования к сварке:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- при изготовлении металлоконструкций следует по возможности создавать условия для наиболее удобного выполнения сварных соединений: в нижнем положении, с поворотом изделия;</li> <li>- положение свариваемых металлоконструкций должно обеспечивать наиболее удобные и безопасные условия работы сварщика и получение швов высокого качества;</li> <li>- сварку металлоконструкций производить в помещениях, исключающих влияние неблагоприятных атмосферных условий на качество сварных соединений;</li> <li>- во время сварки соединяемые элементы не должны подвергаться ударам и сотрясениям;</li> <li>- на основном металле не допускается зажигание дуги за пределами шва;</li> <li>- дугу необходимо зажигать в области наложения сварного шва (на основном шве);</li> <li>- сварка ведется на возможно короткой дуге;</li> <li>- перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем нескольких частых коротких замыканий электрода и вывести место обрыва дуги на шов на расстоянии 8-10 мм от его конца;</li> <li>- последующее зажигание дуги производится на металле шва на расстоянии 12-15 мм от кратера;</li> </ul>
-----	---	--

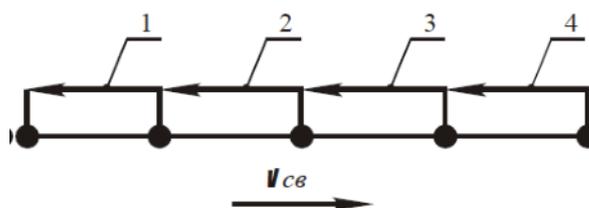
- при перерыве в работе разрешается возобновлять сварку после очистки конечного участка шва длиной не менее 10 мм и кратера от шлака. Кратер должен быть полностью перекрыт швом (или вырезан);

- при температуре окружающего воздуха ниже минус 5 °С сварку шва следует производить без перерыва, за исключением времени, необходимого на смену электрода и зачистку шва в месте возобновления сварки;

- сварку производить при стабильном режиме. Предельные отклонения заданных значений силы сварочного тока не должны превышать 10%;

- оборудование для сварки следует подключать к отдельному фидеру. Колебания напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование, не должны превышать  $\pm 5\%$ ;

- варить обратноступенчатым способом. Длина одного прохода 150 - 200 мм;



- последовательность выполнения сварных швов должна обеспечивать минимальные деформации конструкции и предотвращать появление трещин в сварных соединениях;

- при многослойной сварке после наложения каждого слоя необходимо зачистить швы и свариваемые кромки от шлака и устранить обнаруженные дефекты;

- должна быть обеспечена плавность перехода шва на основной металл;

- после окончания сварки со шва и околошовной зоны должен быть удален шлак, наплывы и брызги металла. Удаление шлака должно производиться после остывания шва (через 1 - 2 минуты после потемнения);

- приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки - зачистить до основного металла с удалением всех

		<p>дефектов;</p> <p>- снятие усиления, зачистку корня шва, лицевой стороны шва и мест установки выводных планок рекомендуется осуществлять с помощью высокооборотных электрических шлифовальных машинок с абразивным кругом. При этом риски от абразивной обработки металла должны быть направлены вдоль кромок свариваемых деталей.</p>
--	--	--

14.	Термическая обработка:	не требуется
-----	------------------------	--------------

15.	Требования по контролю качества сварных соединений:	<p><b>1. Операционный контроль.</b></p> <p><u>1.1. Перед сваркой следует контролировать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качество подготовки кромок деталей под сварку (угол скоса, величина притупления, величина и равномерность зазора по периметру стыка, чистота кромок и прилегающим к ним поверхностям деталей);</li> <li>- качество сборки стыков под сварку (совпадение кромок – смещение, правильность центровки, расположение и число прихваток, отсутствие трещин в прихватках).</li> </ul> <p><u>1.2. В процессе сварки контролю подлежат:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температуру деталей и окружающего воздуха;</li> <li>- порядок сварки соединения;</li> <li>- технологические параметры режима сварки;</li> <li>- качество послышной зачистки сварных швов от шлака;</li> <li>- высота и ширина валиков шва.</li> </ul> <p><u>1.3. После сварки контролю подлежат:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- геометрические размеры сварных швов и их отклонение;</li> <li>- смещение кромок;</li> <li>- перелом осей сваренных элементов;</li> <li>- наличие и размеры поверхностных дефектов в сварных швах.</li> </ul> <p><b>2. Приемочный контроль.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- по окончании сварочных работ провести ВИК сварных швов в объемах, предусмотренных проектной документацией.</li> <li>- осмотреть сварной шов. Обнаруженные дефекты</li> </ul>
-----	---	--

		<i>сварного шва (подрезы, вскрывшиеся поры, раковины и др.) вышлифовать и заварить, не вывозя дугу на основной металл.</i>
--	--	--

<b>Методы и объемы приемочного контроля качества сварных соединений</b>				
<i>№ п/п</i>	<i>Метод контроля</i>	<i>Объем контроля</i>	<i>Документы по контролю</i>	<i>Нормы оценки качества</i>
<i>1</i>	<i>Визуальный и измерительный</i>	<i>100%</i>	<i>РД 03-606-03</i>	<i>РД 03-606-03; ГОСТ 23118-2012</i>
<i>2</i>	<i>Ультразвуковой</i>	<i>в соответствии с требованиями проекта</i>	<i>ГОСТ Р 55724-2013</i>	<i>ГОСТ Р 55724-2013</i>

Разработал: \_\_\_\_\_



Верхотурова Л.А.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №2

*сборки и сварки плавящимся электродом нахлесточного соединения металлоконструкций из углеродистых и низколегированных сталей*

Разработал:

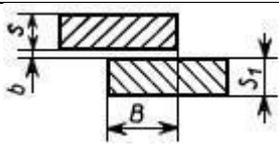
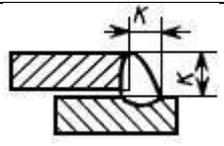
Студент группы 1ВМ91

Верхотурова Л.А.



Томск 2020

1.	Способ сварки	<i>РД – Сварка ручная дуговая плавящимся электродом</i>			
2.	НТД по сварке	<i>ГОСТ 5264-80</i>			
3.	Основной материал:				
	Марка	<i>Ст3пс5</i>			
	Группа	<i>М01</i>			
	Типоразмер, мм	<b>Диаметр</b>	<i>Плоские детали</i>	<b>Толщин а</b>	<i>от 16мм до 30мм</i>
4.	Соединение :				
	Вид соединения	<i>нахлесточное</i>			
	Вид разделки	<i>без разделки</i>			
	Тип соединения	<i>Н1 по ГОСТ 5264-80</i>			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы						
	подготовленных кромок свариваемых деталей					сварного шва	
Н1							
	Деталь 1		Деталь 2		В, мм	b, мм	К, мм
	№ поз.	s, мм	№ поз.	s <sub>1</sub> , мм			
	<b>20</b>	30	<b>16</b>	20	30-240	0+2,0	Не больше толщины детали
	<b>1</b>	16	<b>24</b>	20	12-100	0+2,0	

	12	12	15	20	12-100	0+2,0	
--	----	----	----	----	--------	-------	--

5.	<b>Способ подготовки кромок:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовку кромок под сварку выполнить механическим способом: фрезерованием, абразивным кругом, пневматическими зубилами, термической (газовой резкой), плазменно-дуговой резкой;</li> <li>- после дуговой (воздушной и кислородной) резки, кромки деталей перед сваркой должны быть обработаны механическим способом на глубину 1,5-2,0 мм, до металлического блеска;</li> <li>- шероховатость поверхностей деталей без чертежа, выполняемых механической обработкой должна быть не ниже Rz 20;</li> <li>- кромки заготовок деталей, отрезанные гильотинными ножницами, не должны иметь заусенцев и завалов, превышающих 1,0 мм, а также трещин и расслоений;</li> <li>- все местные уступы и неровности, имеющиеся на кромках собираемых деталей препятствующие их соединению в соответствии с требованиями технических условий до сборки устранить с помощью абразивного круга или напильника, не допуская острых углов и резких переходов;</li> <li>- сопрягаемые поверхности деталей, а также прилегающие к месту наложения сварного шва участки шириной не менее 20 мм должны быть очищены от заусенцев, грязи, наледи, влаги, масла, коррозии.</li> </ul>
----	----------------------------------	---

6.	<b>Способ сборки:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сборка под сварку должна производиться с помощью прихваток;</li> <li>- процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности;</li> <li>- при сборочных работах запрещаются ударные</li> </ul>
----	-----------------------	---

		<p><i>воздействия на сварные конструкции при температуре ниже минус 25 °С;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>- сборку металлоконструкций, сборочных единиц и отдельных элементов их под сварку производить на специальных стендах или в кондукторах, обеспечивающих правильное взаимное расположение частей конструкций и предохраняющие их от деформаций;</i></li> <li><i>- местные повышенные зазоры должны быть устранены до начала общей сварки соединения. Если устранить зазоры поджатием деталей невозможно, то одну из деталей необходимо заменить, на деталь, обеспечивающую требуемый зазор под сварку;</i></li> <li><i>- собранные на стендах или в приспособлениях детали, сборочные единицы после проверки их положения закрепить при помощи прихваток.</i></li> </ul>
--	--	---

7.	Требования к прихватке:	Способ сварки	Расстояние между прихватками, мм	Длина одной прихватки, мм	Высота прихваток, мм
		<i>РД</i>	<i>через 100-400, но не менее 2-х</i>	<i>20 – 30</i>	<i>до половины сечения шва, но не менее 3</i>

- прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки швов. Прихватки должны быть зачищены от шлака и проконтролированы. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалить механическим способом и выполнить вновь;

- необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток определяются теми же критериями, что и при сварке основного шва;

-прихватки в сварных соединениях должны размещаться в местах расположения сварных швов;

- запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов;

-разрешается наложение прихваток вне мест расположения швов для временного скрепления деталей, если они не создают дополнительных концентраторов напряжений в соответствующих элементах металлоконструкций. В дальнейшем эти прихватки должны быть удалены, а места их размещения зачищены;

-перед наложением первого сварного шва, прихватки должны быть очищены от шлака, а места сварки от брызг;

-при транспортировке и кантовке собранных под сварку металлоконструкций или отдельных составных частей, должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранение геометрических форм и размеров, заданных на сборку.

8.	Сварочные матери	Тип	Э 42
		Марка	АНО-6 (аналог ESAB – ОК 46.00)

	алы:	ГОСТ	ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
--	------	------	----------------------------

9.	Положение шва при сварке:	Г, В1, В2,
----	---------------------------	------------

10.	Подогрев:	<i>Сварку конструкций разрешается производить без предварительного и сопутствующего подогрева до температуры -20°С. При более низкой температуре окружающего воздуха сварку надлежит производить с предварительным местным подогревом до 120-160 °С в зоне шириной 100 мм с каждой стороны соединения.</i>
-----	-----------	--

11.	Сварочное оборудование:	<i>Выпрямитель, сварочный агрегат, инверторный источник</i>
-----	-------------------------	---

12.	Режимы сварки	Номер слоя (валика)	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А
		<i>прихватка</i>	3	постоянный ток,	75
		1	4		180
		2 - 6	5	обратной полярности	175

13.	Технологические требования к сварке:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>при изготовлении металлоконструкций следует по возможности создавать условия для наиболее удобного выполнения сварных соединений: в нижнем положении, с поворотом изделия;</i></li> <li>- <i>положение свариваемых металлоконструкций должно обеспечивать наиболее удобные и безопасные условия работы сварщика и получение швов высокого качества;</i></li> <li>- <i>сварку металлоконструкций производить в помещениях, исключая влияние неблагоприятных</i></li> </ul>
-----	--------------------------------------	---

атмосферных условий на качество сварных соединений;

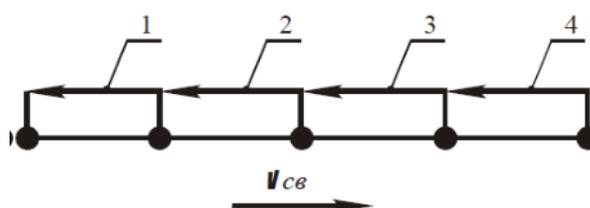
- во время сварки соединяемые элементы не должны подвергаться ударам и сотрясениям;

- на основном металле не допускается зажигание дуги за пределами шва;

- дугу необходимо зажигать в области наложения сварного шва (на основном шве);

- сварка ведется на возможно короткой дуге;

- варить обратноступенчатым способом. Длина одного прохода 150 - 200 мм;



- перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем нескольких частых коротких замыканий электрода и вывести место обрыва дуги на шов на расстоянии 8-10 мм от его конца;

- последующее зажигание дуги производится на металле шва на расстоянии 12-15 мм от кратера;

- при перерыве в работе разрешается возобновлять сварку после очистки конечного участка шва длиной не менее 10 мм и кратера от шлака. Кратер должен быть полностью перекрыт швом (или вырезан);

- при температуре окружающего воздуха ниже минус 5 °С сварку шва следует производить без перерыва, за исключением времени, необходимого на смену электрода и зачистку шва в месте возобновления сварки;

- сварку производить при стабильном режиме. Предельные отклонения заданных значений силы сварочного тока не должны превышать **10%**;

- оборудование для сварки следует подключать к отдельному фидеру. Колебания напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование, не должны превышать  $\pm 5\%$ ;

- последовательность выполнения сварных швов должна

		<p>обеспечивать минимальные деформации конструкции и предотвращать появление трещин в сварных соединениях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при многослойной сварке после наложения каждого слоя необходимо зачистить швы и свариваемые кромки от шлака и устранить обнаруженные дефекты;</li> <li>- должна быть обеспечена плавность перехода шва на основной металл;</li> <li>- после окончания сварки со шва и околошовной зоны должен быть удален шлак, наплывы и брызги металла. Удаление шлака должно производиться после остывания шва (через 1 - 2 минуты после потемнения);</li> <li>- приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки - зачистить до основного металла с удалением всех дефектов;</li> <li>- снятие усиления, зачистку корня шва, лицевой стороны шва и мест установки выводных планок рекомендуется осуществлять с помощью высокооборотных электрических шлифовальных машинок с абразивным кругом. При этом риски от абразивной обработки металла должны быть направлены вдоль кромок свариваемых деталей.</li> </ul>
--	--	--

14.	Термическая обработка:	не требуется
-----	------------------------	--------------

15.	Требования по контролю качества сварных	<p><b>2. Операционный контроль.</b></p> <p><u>1.1. Перед сваркой следует контролировать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– качество подготовки кромок деталей под сварку (угол скоса, величина притупления, величина и равномерность зазора по периметру стыка, чистота кромок и прилегающим к ним поверхностям деталей);</li> <li>– качество сборки стыков под сварку (совпадение кромок – смещение, правильность центровки, расположение и число прихваток, отсутствие трещин в прихватках).</li> </ul>
-----	---	--

<b>соединений:</b>	<p><u>1.2. В процессе сварки контролю подлежат:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– температуру деталей и окружающего воздуха;</li> <li>– порядок сварки соединения;</li> <li>– технологические параметры режима сварки;</li> <li>– качество послойной зачистки сварных швов от шлака;</li> <li>– высота и ширина валиков шва.</li> </ul> <p><u>1.3. После сварки контролю подлежат:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– геометрические размеры сварных швов и их отклонение;</li> <li>– смещение кромок;</li> <li>– перелом осей сваренных элементов;</li> <li>– наличие и размеры поверхностных дефектов в сварных швах.</li> </ul> <p><b>2. Приемочный контроль.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- по окончании сварочных работ провести ВИК сварных швов в объемах, предусмотренных проектной документацией.</li> <li>- осмотреть сварной шов. Обнаруженные дефекты сварного шва (подрезы, вскрывшиеся поры, раковины и др.) вышлифовать и заварить, не выводя дугу на основной металл.</li> </ul>
--------------------	---

<b>Методы и объемы приемочного контроля качества сварных соединений</b>				
№ п/п	Метод контроля	Объем контроля	Документы по контролю	Нормы оценки качества
1	Визуальный и измерительный	100%	РД 03-606-03	РД 03-606-03; ГОСТ 23118-2012
2	Ультразвуковой	в соответствии с требованиями проекта	ГОСТ Р 55724-2013	ГОСТ Р 55724-2013

Разработал: \_\_\_\_\_



Верхотурова Л.А.

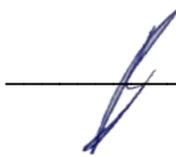
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №3**

***сборки и сварки плавящимся электродом углового соединения  
металлоконструкций из углеродистых и низколегированных сталей***

Разработал:

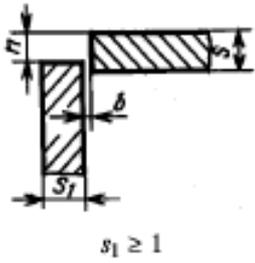
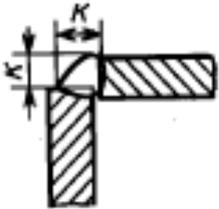
Студент группы 1ВМ91

Верхотурова Л.А.



**Томск 2020**

1.	Способ сварки	<i>РД – Сварка ручная дуговая плавящимся электродом</i>			
2.	НТД по сварке	<i>ГОСТ 5264-80</i>			
3.	Основной материал:				
	Марка	<i>Ст3пс5</i>			
	Группа	<i>М01</i>			
	Типоразмер, мм	<b>Диаметр</b>	<i>Плоские детали</i>	<b>Толщин а</b>	<i>от 12 мм до 16 мм</i>
4.	Соединение :				
	Вид соединения	<i>угловое</i>			
	Вид разделки	<i>без разделки, со скосом одной кромки</i>			
	Тип соединения	<i>У4, У7 по ГОСТ 5264-80</i>			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы				
	подготовленных кромок свариваемых деталей				сварного шва
У4					
	Деталь 1	Деталь 2	п, мм	δ, мм	К, мм

№ поз.	S, мм	№ поз.	S1, мм			
<b>1</b>	16	<b>10</b>	12	0,5 s до s	0	min 6 мм
<b>3</b>	16	<b>1</b>	16			
<b>2</b>	16	<b>3</b>	16			

<b>5.</b>	<b>Способ подготовки кромок:</b>	<p>- подготовку кромок под сварку выполнить механическим способом: фрезерованием, абразивным кругом, пневматическими зубилами, термической (газовой резкой), плазменно-дуговой резкой;</p> <p>- после дуговой (воздушной и кислородной) резки, кромки деталей перед сваркой должны быть обработаны механическим способом на глубину 1,5-2,0 мм, до металлического блеска;</p> <p>- шероховатость поверхностей деталей без чертежа, выполняемых механической обработкой должна быть не ниже Rz 20;</p> <p>- кромки заготовок деталей, отрезанные гильотинными ножницами, не должны иметь заусенцев и завалов, превышающих 1,0 мм, а также трещин и расслоений;</p> <p>- все местные уступы и неровности, имеющиеся на кромках собираемых деталей препятствующие их соединению в соответствии с требованиями технических условий до сборки устранить с помощью абразивного круга или напильника, не допуская острых углов и резких переходов;</p> <p>- сопрягаемые поверхности деталей, а также прилегающие к месту наложения сварного шва участки шириной не менее 20 мм должны быть очищены от заусенцев, грязи, наледи, влаги, масла, коррозии.</p>
-----------	----------------------------------	--

<b>6.</b>	<b>Способ сборки:</b>	<p>- сборка под сварку должна производиться с помощью прихваток;</p> <p>- процессе сборки должно быть исключено попадание</p>
-----------	-----------------------	---

		<p><i>влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности;</i></p> <p><i>- при сборочных работах запрещаются ударные воздействия на сварные конструкции при температуре ниже минус 25 °С;</i></p> <p><i>- сборку металлоконструкций, сборочных единиц и отдельных элементов их под сварку производить на специальных стендах или в кондукторах, обеспечивающих правильное взаимное расположение частей конструкций и предохраняющие их от деформаций;</i></p> <p><i>- местные повышенные зазоры должны быть устранены до начала общей сварки соединения. Если устранить зазоры поджатием деталей невозможно, то одну из деталей необходимо заменить, на деталь, обеспечивающую требуемый зазор под сварку;</i></p> <p><i>- собранные на стендах или в приспособлениях детали, сборочные единицы после проверки их положения закрепить при помощи прихваток.</i></p>
--	--	--

<b>7.</b>	<b>Требования к прихватке:</b>	<b>Способ сварки</b>	<b>Расстояние между прихватками, мм</b>	<b>Длина одной прихватки, мм</b>	<b>Высота прихваток, мм</b>
		<i>РД</i>	<i>через 100-400, но не менее 2-х</i>	<i>20 – 30</i>	<i>до половины сечения шва, но не менее 3</i>

		<p>- прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки швов. Прихватки должны быть зачищены от шлака и проконтролированы. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалить механическим способом и выполнить вновь;</p> <p>- необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток определяются теми же критериями, что и при сварке основного шва;</p> <p>-прихватки в сварных соединениях должны размещаться в местах расположения сварных швов;</p> <p>- запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов;</p> <p>-разрешается наложение прихваток вне мест расположения швов для временного скрепления деталей, если они не создают дополнительных концентраторов напряжений в соответствующих элементах металлоконструкций. В дальнейшем эти прихватки должны быть удалены, а места их размещения зачищены;</p> <p>-перед наложением первого сварного шва, прихватки должны быть очищены от шлака, а места сварки от брызг;</p> <p>-при транспортировке и кантовке собранных под сварку металлоконструкций или отдельных составных частей, должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранение геометрических форм и размеров, заданных на сборку.</p>
--	--	--

<b>8.</b>	<b>Сварочные материалы</b>	Тип	Э 42
		Марка	АНО-6 (аналог ESAB – ОК 46.00)

	лы:	ГОСТ	ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75
--	-----	------	----------------------------

9.	Положение шва при сварке:	B1, B2
----	---------------------------	--------

10.	Подогрев:	<i>Сварку конструкций разрешается производить без предварительного и сопутствующего подогрева до температуры -20°C. При более низкой температуре окружающего воздуха сварку надлежит производить с предварительным местным подогревом до 120-160 °С в зоне шириной 100 мм с каждой стороны соединения.</i>
-----	-----------	--

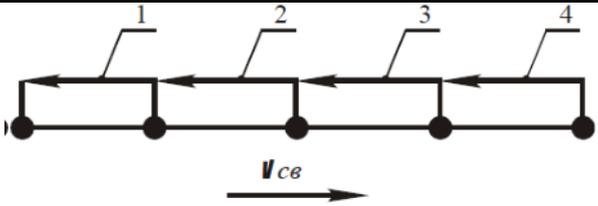
11.	Сварочное оборудование:	<i>Выпрямитель, сварочный агрегат, инверторный источник</i>
-----	-------------------------	---

12.	Режимы сварки	Номер слоя (валика)	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А
		<i>прихватка</i>	3	постоянный ток,	75
		<i>1</i>	4		180
		<i>2 - 5</i>	5	обратной полярности	175

13.	Технологические требования к сварке:	<p><i>- при изготовлении металлоконструкций следует по возможности создавать условия для наиболее удобного выполнения сварных соединений: в нижнем положении, с поворотом изделия;</i></p> <p><i>- положение свариваемых металлоконструкций должно обеспечивать наиболее удобные и безопасные условия работы сварщика и получение швов высокого качества;</i></p> <p><i>- сварку металлоконструкций производить в помещениях, исключая влияние неблагоприятных атмосферных</i></p>
-----	--------------------------------------	--

	<p><i>условий на качество сварных соединений;</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li><i>- во время сварки соединяемые элементы не должны подвергаться ударам и сотрясениям;</i></li><li><i>- на основном металле не допускается зажигание дуги за пределами шва;</i></li><li><i>- дугу необходимо зажигать в области наложения сварного шва (на основном шве);</i></li><li><i>- сварка ведется на возможно короткой дуге;</i></li><li><i>- перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем нескольких частых коротких замыканий электрода и вывести место обрыва дуги на шов на расстоянии 8-10 мм от его конца;</i></li><li><i>- последующее зажигание дуги производится на металле шва на расстоянии 12-15 мм от кратера;</i></li><li><i>- при перерыве в работе разрешается возобновлять сварку после очистки конечного участка шва длиной не менее 10 мм и кратера от шлака. Кратер должен быть полностью перекрыт швом (или вырезан);</i></li><li><i>- при температуре окружающего воздуха ниже минус 5 °С сварку шва следует производить без перерыва, за исключением времени, необходимого на смену электрода и зачистку шва в месте возобновления сварки;</i></li><li><i>- сварку производить при стабильном режиме. Предельные отклонения заданных значений силы сварочного тока не должны превышать <b>10%</b>;</i></li><li><i>- оборудование для сварки следует подключать к отдельному фидеру. Колебания напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование, не должны превышать <b>± 5%</b>;</i></li><li><i>- последовательность выполнения сварных швов должна обеспечивать минимальные деформации конструкции и предотвращать появление трещин в сварных соединениях;</i></li><li><i>- варить обратноступенчатым способом. Длина одного прохода 150 - 200 мм;</i></li></ul>
--	--

		 <p>- при многослойной сварке после наложения каждого слоя необходимо зачистить швы и свариваемые кромки от шлака и устранить обнаруженные дефекты;</p> <p>- должна быть обеспечена плавность перехода шва на основной металл;</p> <p>- после окончания сварки со шва и околошовной зоны должен быть удален шлак, наплывы и брызги металла. Удаление шлака должно производиться после остывания шва (через 1 - 2 минуты после потемнения);</p> <p>- приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки - зачистить до основного металла с удалением всех дефектов;</p> <p>- снятие усиления, зачистку корня шва, лицевой стороны шва и мест установки выводных планок рекомендуется осуществлять с помощью высокооборотных электрических шлифовальных машинок с абразивным кругом. При этом риски от абразивной обработки металла должны быть направлены вдоль кромок свариваемых деталей.</p>
--	--	---

14.	Термическая обработка:	не требуется
-----	------------------------	--------------

15.	Требования по контролю качества сварных швов	<p><b>3. Операционный контроль.</b></p> <p><u>1.1. Перед сваркой следует контролировать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качество подготовки кромок деталей под сварку (угол скоса, величина притупления, величина и равномерность зазора по периметру стыка, чистота кромок и прилегающим к ним поверхностям деталей);</li> <li>- качество сборки стыков под сварку (совпадение кромок - смещение, правильность центровки, расположение и</li> </ul>
-----	--	--

<b>соединений:</b>	<p>число прихваток, отсутствие трещин в прихватках).</p> <p><b>1.2. В процессе сварки контролю подлежат:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температуру деталей и окружающего воздуха;</li> <li>- порядок сварки соединения;</li> <li>- технологические параметры режима сварки;</li> <li>- качество послойной зачистки сварных швов от шлака;</li> <li>- высота и ширина валиков шва.</li> </ul> <p><b>1.3. После сварки контролю подлежат:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- геометрические размеры сварных швов и их отклонение;</li> <li>- смещение кромок;</li> <li>- перелом осей сваренных элементов;</li> <li>- наличие и размеры поверхностных дефектов в сварных швах.</li> </ul> <p><b>2. Приемочный контроль.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- по окончании сварочных работ провести ВИК сварных швов в объёмах, предусмотренных проектной документацией.</li> <li>- осмотреть сварной шов. Обнаруженные дефекты сварного шва (подрезы, вскрывшиеся поры, раковины и др.) вышлифовать и заварить, не вывозя дугу на основной металл.</li> </ul>
--------------------	--

<b>Методы и объемы приемочного контроля качества сварных соединений</b>				
№ п/п	Метод контроля	Объем контроля	Документы по контролю	Нормы оценки качества
1	Визуальный и измерительный	100%	РД 03-606-03	РД 03-606-03; ГОСТ 23118-2012
2	Ультразвуковой	в соответствии с требованиями проекта	ГОСТ Р 55724-2013	ГОСТ Р 55724-2013

Разработал: \_\_\_\_\_

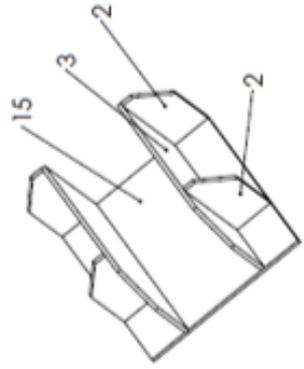
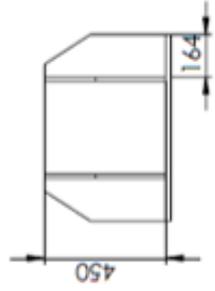
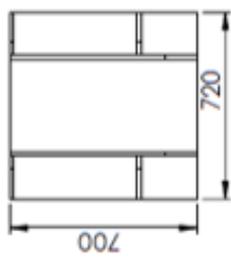


Верхотурова Л.А.

**Приложение В**  
(обязательное)

**Маршрутные карты**

		ГОСТ 3.1105-84 , форма 7	
Дубл.			
Взам.			
Подл.			
Разраб.	Верхотурова Д.А.	ФЮРА 02190.240	3 1
Предприятие		ТПУ	ФЮРА 20190.005
Н. контр.		Сборка 3	
		У	



Пластина поз. 2 Ст3сп5 толщина 16 мм ГОСТ 14637-89 - 4 шт

Пластина поз. 3 Ст3сп5 толщина 16 мм ГОСТ 14637-89 - 2 шт

Пластина поз. 15 Ст3сп5 толщина 20 мм ГОСТ 14637-89 - 1 шт

**КЭ** Карта эскизов

1

Дубл. зам. лоб.											Сборка 3				ФЮРА 20190.005			
	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.	Тшт.	Н. расх.	
К/М	Наименование детали, об. единицы или материала					Обозначение код												
A 01					010	Комплектность												
B 02					Статень сварочный	4	слесарь	2	1	1								
М 03					Пластина поз. 2 Ст3сп5 толщина 16 мм					ГОСТ 14637-89						4		
04					Пластина поз. 1.5 Ст3сп5 толщина 20 мм					ГОСТ 14637-89						1		
05					Пластина поз. 3 Ст3сп5 толщина 16 мм					ГОСТ 14637-89						2		
0 06	Установить пласт типу поз. 1.5 на статься сварочный. Установить и закрепить на пластине поз. 1.5 пластины поз 3 и поз 2.																	
T 07	Сборочно-сварочные приспособления																	
08																		
A 09					020	Сварка												
B 10					Сборочно-сварочные приспособления	2	сварщик	4	1	1								
11	Выпрямитель сварочный																	
М 12					Пластина поз. 2 Ст3сп5 толщина 16 мм					ГОСТ 14637-89						4		
13					Пластина поз. 1.5 Ст3сп5 толщина 20 мм					ГОСТ 14637-89						1		
14					Пластина поз. 3 Ст3сп5 толщина 16 мм					ГОСТ 14637-89						2		
15	Электроды АНО-6 Ø 3-5 мм																	
										ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75								
<b>МК</b>	Маршрутная карта																2	

ГОСТ 3.1118-82 форма 16														
Дубл.														
Взам.														
Подл.										3				
Сборка 3														
ФЮРА 20190.005														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа				
Б	Наименование детали, об. единицы или материала				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.
К/М	Обозначение код													
Обозначение код														
0 01	1. Сварить ручной дуговой сваркой покрытыми электродами составно технологической карте №1 пластины поз.15 и поз. 3.													
02	Варить обратноступенчатый способом. Длина одного прохода 150 - 200 мм. После наплавки слоя шва, его немедленно очищают													
03	от шлака и накладывают следующий валик. В процессе сварки обеспечивают полный провар корня шва и заделку кратера.													
04	2. Зачистить шов от шлака и брызг металла.													
05	3. Сварить ручной дуговой сваркой покрытыми электродами составно технологической карте №1 пластины поз.15 и поз. 2 - 2													
06	Варить обратноступенчатый способом. Длина одного прохода 150 - 200 мм. После наплавки слоя шва, его немедленно очищают													
07	от шлака и накладывают следующий валик. В процессе сварки обеспечивают полный провар корня шва и заделку кратера.													
08	4. Зачистить шов от шлака и брызг металла.													
09	5. Сварить ручной дуговой сваркой покрытыми электродами составно технологической карте №1 пластины поз.3 и поз. 2 - 2 и													
10	Варить обратноступенчатый способом. Длина одного прохода 150 - 200 мм. После наплавки слоя шва, его немедленно очищают													
11	от шлака и накладывают следующий валик. В процессе сварки обеспечивают полный провар корня шва и заделку кратера.													
12	6. Зачистить шов от шлака и брызг металла.													
13	7. Повторить пункты 1 - 6 для второго комплекта деталей.													
Т 14	Молоток, зубило, щетка													
15														
<b>МК</b>   Маршрутная карта														
										3				



										ГОСТ 3.1118-82 форма 16											
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																				2	
										Сборка 1										ФЮРА 20190.002	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа														
					Код, наименование, оборудование	Наименование детали, сб. единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
К/М	Обозначение код																				
	Обозначение код																				
А 01					010	Комплектовать															
Б 02						Сталь сварочный	4 слесарь	2	1	1											
К/М 03						Пластина поз. 1 Стзсп5 толщина 16 мм	ГОСТ 14637-89													2	
04						Пластина поз. 7 Стзсп5 толщина 12 мм	ГОСТ 14637-89													1	
0 05						С помощью кран-балки расположить на сварочном столе пластину поз.7 горизонтально.															
06						С помощью кран-балки расположить согласно карте эскизов пластины поз.1. и закрепить с помощью приспособления															
Т 07						Сборочно-сварочные приспособления															
08																					
А 09					020	Сварка															
Б 10						Сталь сварочный	2 сварщик	4	1	1											
11						Выпрямитель сварочный															
К/М 12						Пластина поз. 1 Стзсп5 толщина 16 мм	ГОСТ 14637-89													2	
13						Пластина поз. 7 Стзсп5 толщина 12 мм	ГОСТ 14637-89													1	
14						Электроды АНО-6 Ø 3-5 мм	ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75														
Т 15						1. Сварить ручной сваркой покрытыми электродами согласно технологической карте №1 пластины поз.1 и поз. 7.															
<b>МК</b>										<b>Маршрутная карта</b>										2	





Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					

Дубл.	Зам.	Тоол.											3				
Сборка 2													ФЮРА 20190.004				
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, единицы или материала					Обозначение код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.рвск.
01		2. Зачистить шов от шлака и брызг металла.															
02		3. Сварить ручной дуговой сваркой покрытыми электродами составно технологической карте №1 пластины поз.Б - 6 шт и поз. Г.															
03		Варить обратноступенчатым способом. Длина одного прохода 150 - 200 мм. После наплавки слоя шва, его немедленно очищают															
04		от шлака и накладывают следующий валик. В процессе сварки обеспечивать полный провар корня шва и задеть крatera.															
05		4. Зачистить шов от шлака и брызг металла.															
06		Молоток, зубило, щетка															
07																	
А 08						025	Кантование										
Б 09		Кантователь							2	слесарь	2	1	1				
О 10		Использовать кантователь перевернуть свариваемое изделие на 180°.															
11																	
А 12						030	Сварка										
Б 13		Сборочно-сварочные приспособления							2	сварщик	4	1	1				
14		Выработать сварочный															
К/М 15		Сборка 2															1
<b>МК</b> Маршрутная карта																3	









## Приложение Г (обязательное)

### Угольник магнитный 90 Degree Angle 600 MAGSWITCH 8100495



Характеристики:

Максимальное усилие на отрыв 275 кг

Усилие на сдвиг 27 кг

Вес 3,7 кг

Размеры ДхШхВ: 300x100x300

# Приложение Д (обязательное)

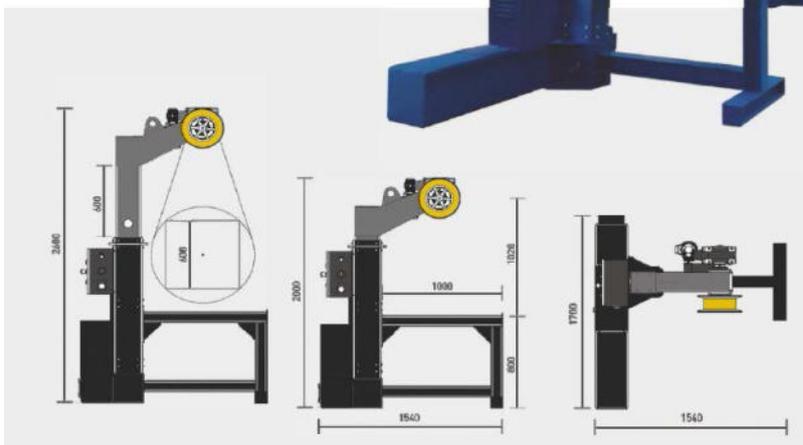
## Кантователь FR604

Собственный вес (1 пара) 1.400 кг



FR 604

Improve your  
Productivity



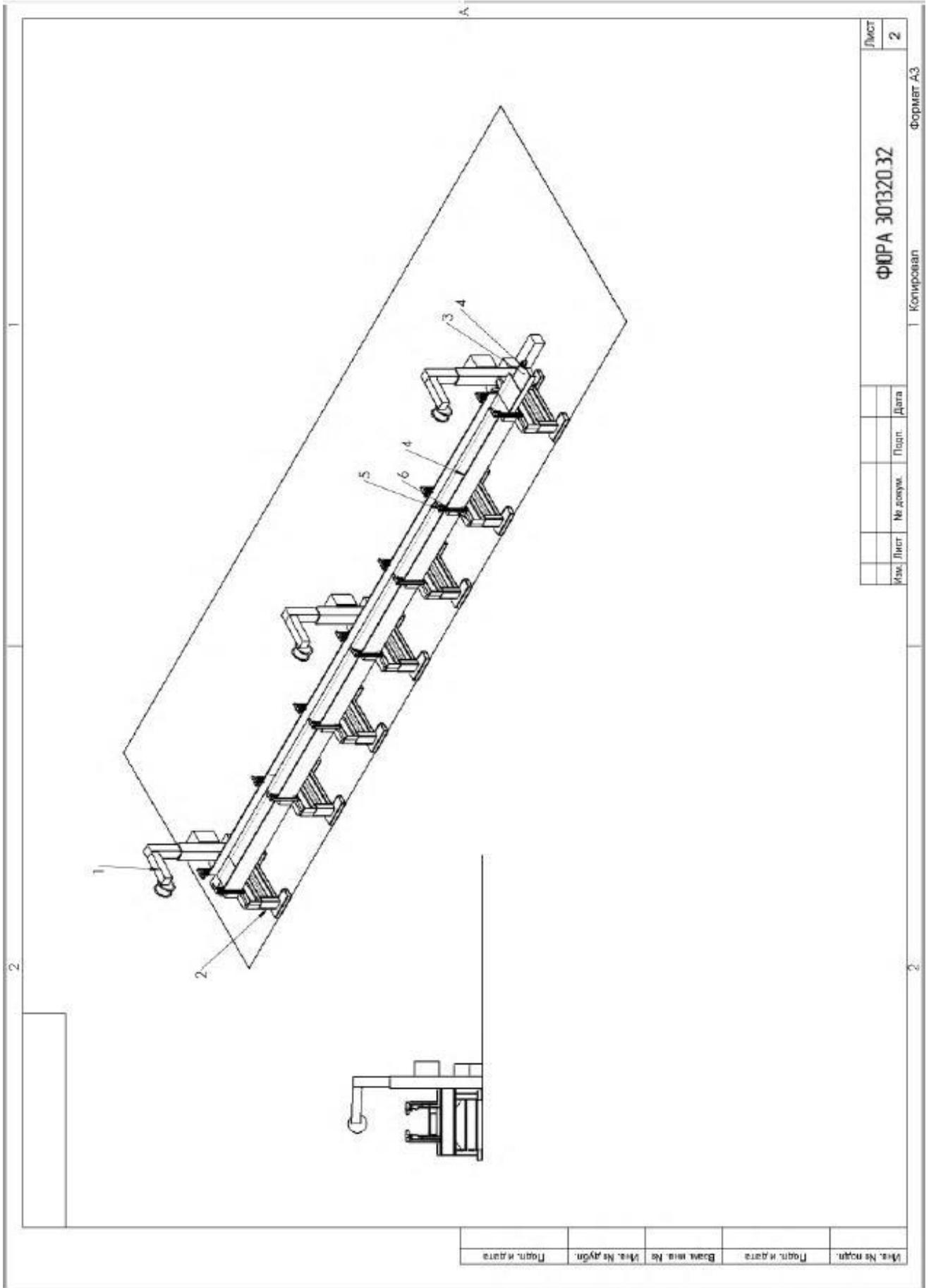
MM		
850	600	750x300
Спецификация		
Грузоподъемность	4 тонны/пара	
Скорость вращения	18 сек. / 180 °	
Напряжение питания	400 В	
Потребляемая мощность	4 кВт	
Гидравлическое масло / Объем	ISO VG46 / 25 литров	
Пульт дистанционного управления	опционально	



**Приложение Е**  
(обязательное)

**ФЮРА 301320.32 Приспособление для сборки и сварки. Сборочный чертеж**





Лист	2
Формат А3	
Копирован	
Дата	
Подп.	
№ докум.	
Лист	

Имя, № докум.	Подп., № дата
Взам. инв. №	Имя, № докум.
Дата инв. №	Подп., № дата



## **Приложение Ж**

(обязательное)

**ФЮРА 301320.30 Опора. Сборочный чертеж**

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Изм. № дубл.		Взам. инв. №		Изм. № дубл.		Подп. и дата		Изм. № подл.																			
<b>ФЮРА 301320.30</b>																																	
<b>ФЮРА 301320.30</b>																																	
<b>Опора</b>																																	
Сборочный чертеж																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Лит.</th> <th colspan="2">Масса</th> <th colspan="2">Масштаб</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1:20</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Лист 1</td> <td colspan="3">Листов 2</td> </tr> </tbody> </table>																Лит.		Масса		Масштаб						1:20		Лист 1			Листов 2		
Лит.		Масса		Масштаб																													
				1:20																													
Лист 1			Листов 2																														
ФГАОУ ВО НИ ТПУ																																	
Копировал																																	
формат А4																																	



### Приложение 3

## Design of the device for the assembly and welding of the column

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ91	Верхотурова Л.А.		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ТПУ ИШНКБ ОЭИ	Першина А.А	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ТПУ ШБИП ОИЯ	Федоринова З.В.	к.п.н.		

## **Introduction**

Steel columns are the load-bearing framework of a building and their use is economically feasible in construction. They support the weight of the roof frame of the building as well as the weight of mountings for the suspended crane-beam.

Assembling and welding of the column are the time-consuming processes due to the large overall dimensions and weight of the product. At present, the majority of companies that manufacture columns do not use any assembly and welding devices, and therefore, during welding, the product is often deformed, requiring additional straightening on the rollers.

The aim of the present work is to calculate and design the assembly, welding device for the assembly and welding of marginal column.

The objectives of the work are:

- to read and analyze literature;
- to do analysis of the welded structure, development of assembly as well as welding technology;
- to develop the locating scheme of the welded structure;
- to make calculations of the scheme of the action of forces on the parts of the structure;
- to draw up the schematic diagram of an assembly and welding device;
- to select clamping devices;
- to design the assembly and welding device.

The research object is the construction column.

The research methods are the calculations of the effect of deformation forces on the finished product.

The practical value of the work is the design of assembly and welding equipment for specific applications.

Structure and volume of the work

Our work has 145 pages (excluding appendix) and consists of introduction, seven basic units, conclusion, reference and appendices. Each unit consists of several

logically interconnected chapters followed by a conclusion where we enumerate the results of our work concerning that unit. The total outcome of the research is summarized in a separate conclusion. Our references consist of 37 sources represented by books of Russian and foreign authors.

### **1.1. Equipment and Tooling for Industry Applications.**

Assembly welding devices are to possess a certain set of properties that can improve the quality of welded products and increase labor productivity:

- the device must be convenient to operation and maintenance: in the process of tacking and welding seams. Installation sites for clamps must be accessible to the workmen. The mechanical equipment is to be used to allow to easily detach the finished product from the device.

- the assembly and welding device must ensure the assembly and application of welds in accordance with the procedures. The device must ensure the production of a high-quality product that is not deformed during welding.

- when designing an assembly and welding device, it is necessary to use the maximum of the standard and standard parts and mechanisms. The parts and components of the device must be technologically advanced. All of the above will ensure the ease of manufacturing the device and reduce its cost.

- to increase labor productivity, the assembly and welding device is to ensure, the feasibility of the product assembly and welding with the least number of rotations. When assembled, the product must be freely detached from the device.

- the assembly and welding device is not to hinder the heat transfer from welding seams. Free access must be provided for the adjustment and inspection of the welds.

- the assembly and welding device must be repairable, safe and have a long-term service life [2].

All technological equipment listed in the all-Russian classifier is divided into classes and subclasses according to its applications. At the same time technological equipment is divided into the groups depending on the design features.

Assembly and welding devices are divided into the following classes:

1. Depending on the performed process operations (marking, cutting, assembly, welding, quality control, etc.);
2. Type of welding (electric arc, electroslag, contact, etc.);
3. According to the degree of specialization (devices designed to perform a single operation or universal devices);
4. According to the degree of mechanization (manual, mechanized, semi-automatic);
5. According to the method of installation and the rotation capacity (stationary, mobile, rotary, non-rotating);
6. According to the power source (pneumatic, hydraulic, electromechanical, etc.) [3].

The assembly and welding device consist of three standard blocks:

1. The base.
  - The base of the assembly and welding device is the main load-bearing structure of the entire device. It carries the weight of the assembled product.
  - The base of the assembly and welding device must be durable and rigid.
  - Fixing elements, fixture clamps can be attached to the base.
  - The base enables accurate positioning of the parts of the product during the assembly process.

The bases are not standard elements of the device due to the large range of products to be welded. For the assembly and welding of small products, plates with T-shaped grooves are used. For large-sized products, bases made of profiled sheets and steel sheets are used [3].

2. Fixing elements-are the supports, stops that from the bearing surfaces of the assembly and welding device in accordance with the six-point rule [4].

Fixing elements can both control the degrees of freedom, and provide for the product stability.

3. Clamps - are the devices designed to secure the workpieces during the assembly of the product.

Clamps differ in the power source: mechanical, pneumatic, magnetic, etc.

Depending on the complexity of the assembled product, the device can have all or some of the listed blocks [3].

To reduce the cost of manufacturing the assembly and welding devices, universal assembly and welding devices were designed.

The universal assembly and welding devices kit includes the following elements:

- basic (plates, squares, etc.);
- installation (keys, pins, bushings, centers, etc.);
- guides (bushings, slats, etc.);
- clamping (straps and clamps);
- fasteners (screws, bolts, etc.);
- auxiliary (handles, springs, etc.)

The universal assembly and welding devices kit consists of 2200-3400 parts and assemblies, from which several dozen devices can be assembled at the same time [5].

The universal assembly and welding devices are a general machine-building type of equipment, for parts and assembly units of which the state standards are developed and approved (GOST 31.111.41-93 [6], GOST 31.111.42-93 [7], etc.).

Very often, the assembly and welding process requires to rotate the product. For this purpose, the welding industry uses rotating welding positioners.

The positioner machine consists of mandatory components: a supporting structure (the base in the form of bearing), a mechanism for fastening the product (independent chuck, centers) and a rotation mechanism. To increase the technological capacities of rotating welding positioners, they are equipped with a lifting mechanism.

For turning and rotating long products, headstock-and-tailstock with a horizontal axis of rotation are used (Figure 1a). Figure 1b shows a chain-type rotator used in the production of T-beam girder. The product is positioned on sagging chains, which are fixed on sprockets and blocks. The chain-type rotator has at least two bearings. A closed infinite chain forms a loop where the assembled product is positioned. The bearings are fixed in the floor or on a mobile trolley (mobile chain-type rotator) [2].

Figure 1b and 1g show a rotating jig and a roller-type turn over device with a rigid kinematic connection used for welding pipe structures [3].

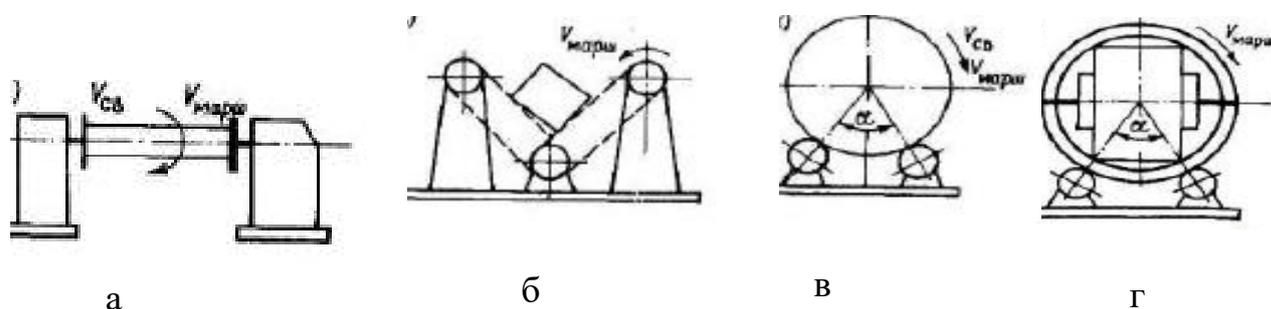


Figure 1

In production, assembly and welding devices are called assembly stands. These are devices with a fixed base surface (most often horizontal)) with fixing and clamping elements installed. Welding stands are divided into universal (fasteners are installed individually for each product according to the drawing) and specialized (designed for one type of product).

The bases (plates) can be cast iron, and the frames and trestles-welded [8, 9, 10].

## 1.2 Manufacturing technology of column-type structures

A metal column is a construction load-bearing structure that is installed vertically, Construction columns serve as supports for floors in the building, gables, etc. Currently, columns are not always a supporting structure, they can also perform a decorative function in the design.

The technology of building assembly with building columns is quite simple and allows to build a reliable building frame in a short time. In view of this, construction columns are popular building structures. Columns are used in all climatic conditions. [1].

The column has a head, a rod, and a base.

The head is a plate and stiffeners (vertical and horizontal). The head is used to install structures that load the column.

The rod is two channels connected by slats. It is the bearing element of the column.

The base is used to secure the construction column to the foundation and ensures even distribution of the load at the lower end of the column.

In practice, there are several ways to assemble and weld construction columns. To ensure manufacturability, the upper and lower parts of the column are assembled and welded separately, then the entire column is assembled and welded.

In [11, 12, 13, 14], a method for assembling and welding a construction column in a conductor assembly is presented (Figure 2).

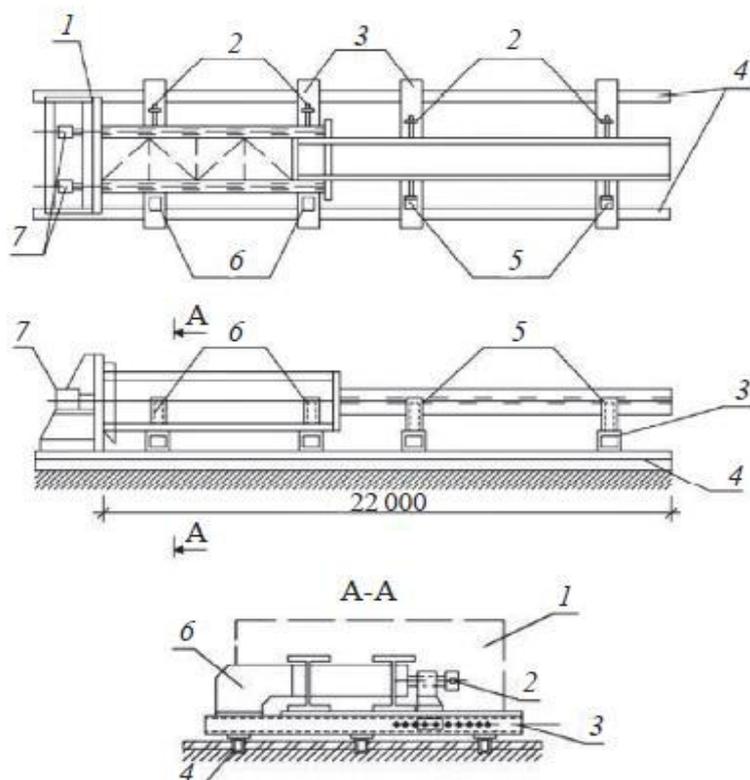


Figure 2

The column part is positioned on the bearer beams 3, tightly pressing it against the end stop 1 and the side stops 5 and 6, which fix the position of the part according to the drawing. The second part of the column is installed according to the marking and its position is fixed with the screw stops 2 and pneumatic clamps 7.

The remaining parts of the column are installed according to the marking made in advance. Further, the details of the column are assembled on tacks. The assembled column is removed from the conductor by a crane and transferred to the welding site.

Another method of assembling a construction column in production is the use of tracing template. A tracing template is an assembled element of a product or a part of it made according to the marking. After making the tracing template, it is accepted by the quality service of the enterprise. Next, the remaining elements of the product are assembled by the overlap method. At the end of production, the tracing template turns into a finished product. A tracing template is used in the manufacturing of more than two products at the same time [15].

During the production of construction columns, assembly on the conductor jig is used. On the plate, a diagram is marked up using cords and chalk. The cord is rubbed with chalk, welder technician pulls it and beats a straight line on the welding plate.

The assembly of the welding column is carried out in a certain sequence:

- the axial lines of the column are marked. The diagonals are measured to ensure rectangularity (Figure 3);

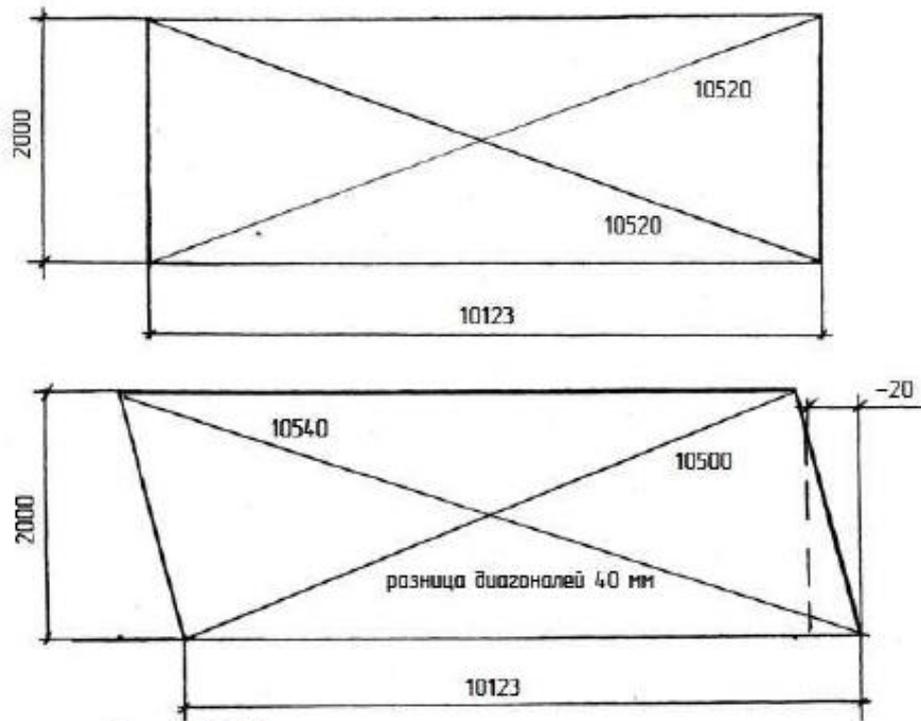


Figure 3

- further, the ready rectangle is marked, i.e. a column is drawn on the plate at the scale of 1:1 (Figure 4). The ready scheme is controlled by the quality service of the enterprise.

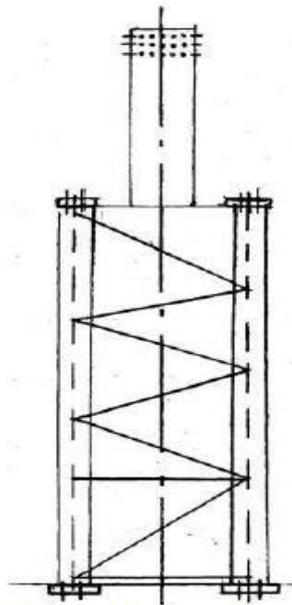


Figure 4

- substrates and stoppers are installed on the ready scheme (Figure 5);

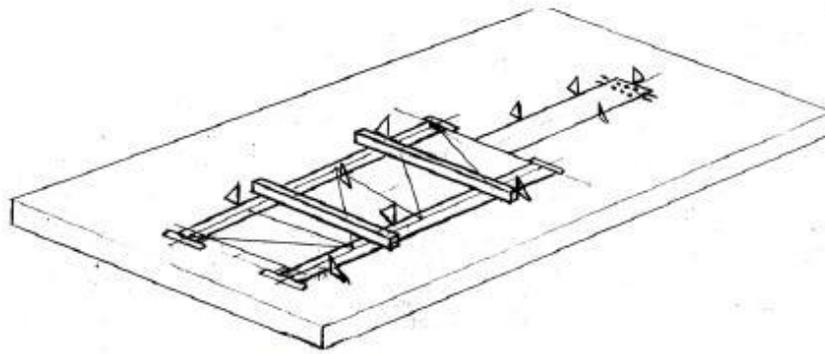


Figure 5

- the main parts of the column are positioned on the substrates with a crane according to the drawn scheme;
- the details of the crate are installed and tacked;
- the ready assembly is controlled by the quality service of the enterprise and the product is transferred to welding [16].

In Portugal, a line for laser welding of a T-joint with the length of up to 6 m was designed.

The machine represents the set of four modules that perform various functions: loading, vertical centering, welding and unloading (Figure 6).



Figure 6

The centering system enables to set the horizontal and vertical plates in the desired position. The clamps are the rollers between which a vertical plate is rolled. The horizontal plate, in its turn, also moves along the retaining rollers. The side ball-screw pairs are adjusted to the desired profile width [23].

## **Conclusion**

In the course of the work, a device for the assembly and welding of the marginal column was calculated and designed.

The entire process takes place on a single device with a single rotation of the product, which significantly reduces the labor intensiveness of the process.

The developed design of the device for assembly and welding for the column manufactured according to the drawing C2435-KR.I-K is presented in Appendix E.

The findings are of direct practical relevance.