



МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой СОМДиРП

В.В. Ельцов  
(И.О. Фамилия)

(подпись)

«    » 20 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Ивашенко Николай Владимирович

1. Тема Технологический процесс сборки и сварки рамной конструкции  
транспортера

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе базовый техпроцесс  
сварки, материалы практик, нормативные документы научно-техническая  
литература, стандарты, интернет-ресурсы

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке  
вопросов, разделов)

Введение. Актуальность работы, цель работы.

1) Выбор путей достижения цели работы, анализ конструкции рамы, свойств  
сталей, условий эксплуатации, базовой технологии сварки. Анализ  
перспективных способов сварки, задачи проекта

2) Выбор оборудования для механизированной сварки, разработка  
технологических рекомендаций, разработка технологического процесса,  
механизированной сварки

3) Мероприятия по защите рабочих и окружающей среды от опасных и  
вредных производственных факторов

4) Экономический раздел (экономическая эффективность предложенных в  
проекте технических решений)

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общий вид рамной конструкции – 1 лист

Базовая технология – 1 лист

Анализ возможных способов сварки и механизации – 2 листа

Проектная технология – 1 лист

Приспособление – 2 листа

Планировка участка сварки – 1 лист

Экономическая эффективность – 1 лист

6. Консультанты по разделам

Экономическая эффективность работы

Безопасность и экологичность работы

Нормоконтроль

7. Дата выдачи задания «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заказчик

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. фамилия)

Руководитель бакалаврской работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

О.В. Шашкин

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.В. Иващенко

(И.О. фамилия)

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой СОМДиРП

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«    »      20   г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН  
выполнения бакалаврской работы**

Студента Ивашенко Николая Владимировича

по теме Технологический процесс сборки и сварки рамной конструкции  
транспортера

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	1.02.17 – 10.02.17	10.02.17	выполнено	
Анализ исходных данных и известных технических решений	10.02.17 – 28.02.17	28.02.17	выполнено	
Разработка технологии сборки и сварки	01.03.17 – 30.03.17	30.03.17	выполнено	
Выбор оборудования	01.04.17 - 14.04.17	14.04.17	выполнено	
Безопасность и экологичность проекта	15.04.17 30.04.17	30.04.17	выполнено	
Экономическая эффективность проекта	01.05.17 – 21.05.17	21.05.17	выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

\_\_\_\_\_

(подпись)

О.В. Шашкин

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

(подпись)

Н.В. Иващенко

(И.О. фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Цель бакалаврской работы – повышение производительности и качества при сварке рамы основания привода транспортера. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: разработана технология механизированной сварки рамной конструкции транспортера в защитных газах; выбрано необходимое сварочное оборудование; спроектирована оснастка для реализации разработанного технологического процесса; предложены технические и организационные мероприятия обеспечивающие охрану здоровья и жизни рабочих; проведен расчет экономической эффективности предложенных мероприятий.

Графическая часть содержит 9 листов формата А1. Пояснительная записка содержит 64 стр. формата А4, 7 рисунков, 8 таблиц.

Проведен анализ базовой технология сварки рамы основания транспортера, изучены требования к изделию, выявлены недостатки базовой технологии сборки и сварки, для их устранения предложено применить механизированную сварку в среде защитного газа и разработать специализированную сборочную оснастку. Подобрана сварочная проволока, режимы сварки в среде защитных газов и разработана типовая технология сборки и сварки. Выбран полуавтомат Форсаж-302. Сконструирована оснастка, позволяющая сократить расходы времени на операции сборки и обеспечивающая стабильность геометрии изделия. Для защиты рабочих, участвующих в сварке от опасных вредных производственных факторов разработаны технические и организационные мероприятия. Показано, что экономический эффект от внедрения результатов бакалаврской работы в производство составит 76283,1 руб.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 Анализ исходных данных и известных технических решений .....	9
1.1 Анализ конструктивных особенностей рамы и условий ее эксплуатации .	9
1.2 Определение вида производства рам основания .....	15
1.3 Анализ свойств материала, применяемого для изготовления рамы основания .....	16
1.4 Выбор способа сварки деталей рамной конструкции .....	18
1.5 Анализ вариантов механизации и автоматизации технологии сварки рамы .....	24
1.6 Задачи работы .....	25
2 Проектный технологический процесс сборки – сварки рамы .....	27
2.1 Заготовительные операции .....	27
2.2 Подбор режимов сварки .....	29
2.3 Технология сборки и сварки рамы .....	31
3 Оснастка для фиксации компонентов рамы .....	35
3.1 Конструкция оснастки .....	35
3.2 Технология изготовления оснастки .....	38
3.3 Сварочное оборудования .....	39
4 Безопасность и экологичность технического объекта. ....	41
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта. ....	41
4.2 Профессиональные риски на участке. ....	43
4.3 Мероприятия по снижению профессиональных рисков участка сварки .	44
4.4 Пожарная и техногенная безопасность участка сварки. ....	44
4.5 Экологическая безопасность сварочного участка .....	46
Заключение по разделу .....	46
5 Экономическая эффективность проекта .....	48
5.1 Исходные данные для экономического обоснования .....	48

сравниваемых вариантов .....	48
5.2 Определение норм штучного времени на изменившиеся операции технологического процесса.....	50
5.3 Капитальные вложения в оборудование.....	51
5.4 Расчет технологической, цеховой, заводской себестоимости базового и проектного вариантов. ....	53
5.5 Экономическая эффективность проекта.....	58
Выводы по экономическому разделу .....	60
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>61</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>62</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Транспортеры широко используются для перемещения разнообразных грузов на различные расстояния. Конструктивно транспортер выполнен несложно. Основание, на основании установлены привод и ведущий барабан, опорные ролики, лента транспортерная.

Наиболее ответственным узлом является основание привода. Оно представляет собой сложную рамную конструкцию и обеспечивает натяжение ленты транспортерной. На нем установлен электродвигатель, редуктор, приводной барабан транспортера. Изготовлены детали основания из стандартного металлопроката – швеллера и уголки. Между собой детали соединяются сваркой.

Таким образом, разработка технологического процесса изготовления рамной конструкции основания транспортера является актуальной.

Базовая технология сварки основания транспортера, заложенная проектировщиками, предусматривает использование универсальных сборочных приспособлений при сборке конструкции под сварку и ручную дуговую сварку штучными электродами для соединения комплектующих деталей. Этот технологический процесс применяется давно, отработан, не требует сложного оборудования. Однако для данного технологического процесса характерна низкая производительность труда, в сочетании с высоким расходом электродов. Качество изготовления рамной конструкции напрямую зависит от квалификации и добросовестности рабочих.

Цель бакалаврской работы – повышение производительности и качества при сварке рамы основания привода транспортера.



# 1 Анализ исходных данных и известных технических решений

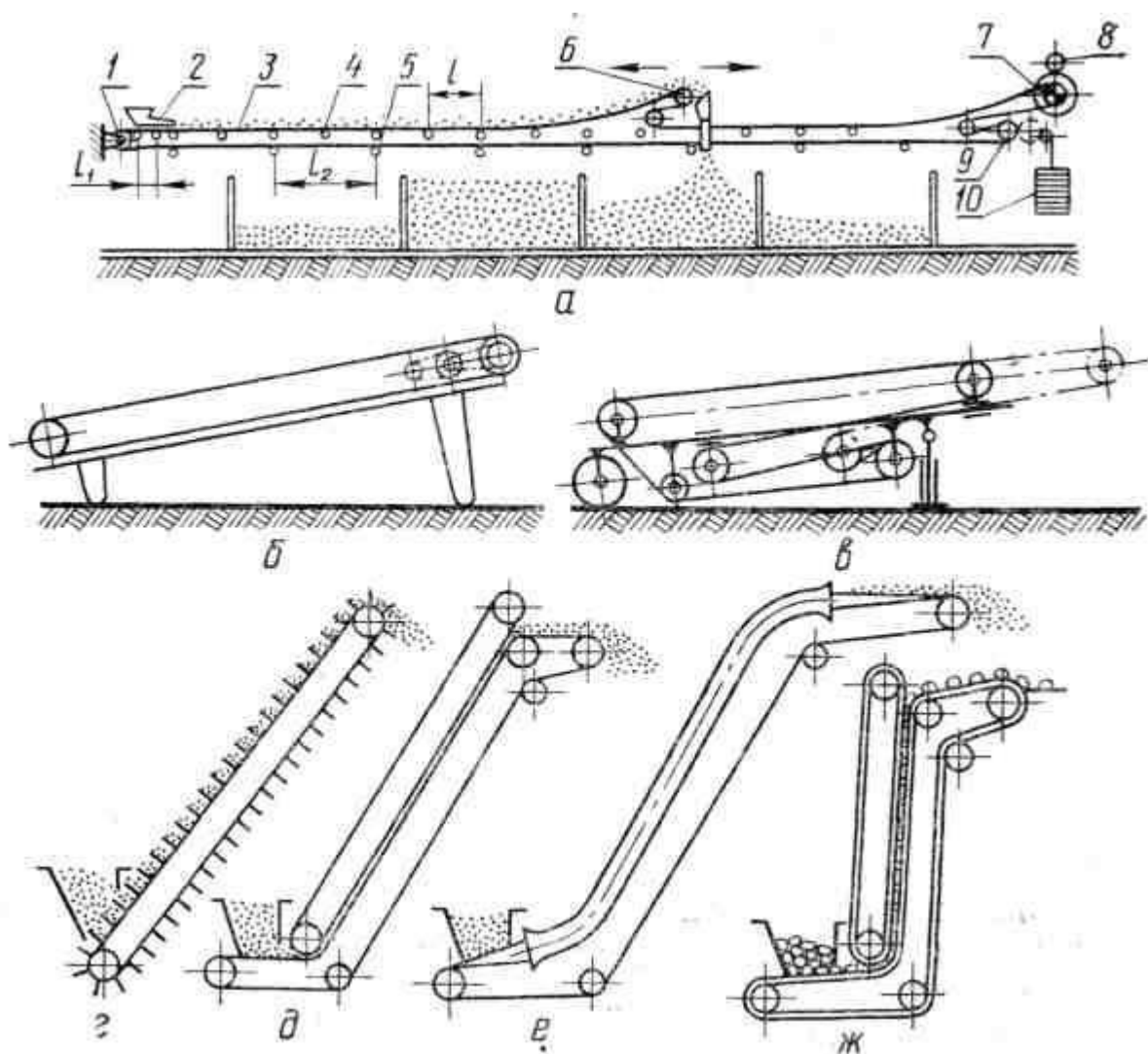
## 1.1 Анализ конструктивных особенностей рамы и условий ее эксплуатации

Ленточные транспортеры можно отнести к самым распространенным средствам непрерывного транспорта на различных предприятиях народного хозяйства. Ленточные транспортеры применяют для перемещения обширной номенклатуры как насыпных грузов так и штучных грузов горизонтально, под углом к горизонту и вертикально. Классифицировать ленточные транспортеры можно на стационарные, рисунок 1.1, а, переносные, рисунок 1.1, б, передвижные, рисунок 1.1, в. Транспортеры для перемещения сыпучих грузов классифицируют, в зависимости от рода груза, на транспортеры: с планками, рисунок 1.1, г; двухленточные, рисунок 1.1, д; ленточно-трубчатые, рисунок 1.1, е и вертикальные транспортеры, рисунок 1.1, ж.

У ленточных транспортеров, см. рис. 1.1, а, можно выделить следующие общие узлы: ведомый (поворотный) барабан 1; устройство загрузки 2; лента 3; роликовые опоры для поддержки рабочей ветви ленты 4; роликовые опоры для поддержки холостой ветви 5; устройство разгрузки 6; ведущий барабан 7; механизм привода 8; механизм натяжения 9; груз 10.

Кроме того, в конструкции транспортера могут быть введены такие устройства и механизмы которые обеспечивают: регулирование наклона транспортера; его передвижение; очистку ленты; торможение и стопорение ленты при внезапных выключениях энергии.

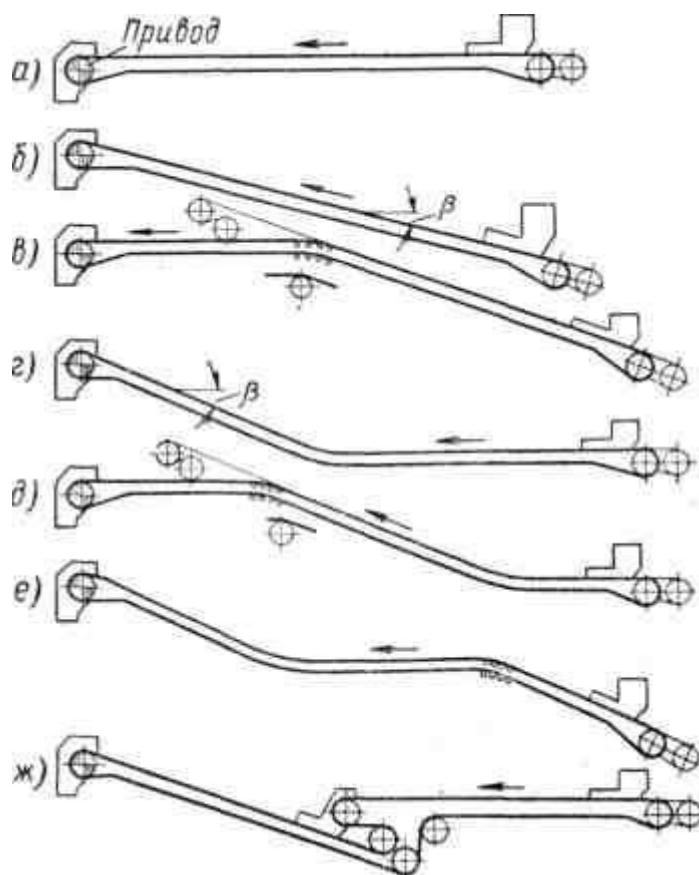
В зависимости от предназначения и мест установки могут применяться различные компоновочные схемы ленточных транспортеров.



- а - стационарный; б - передвижной; в - переносной с выдвигной консолью;  
 г - с планками; д - с двумя лентами; е - трубчато-ленточный;  
 ж - вертикальный 1 - барабан; 2 - устройство загрузки; 5 - лента;  
 4 и 5 - ролики опорные; 6 - устройство разгрузки; 7 - ведущий барабан;  
 8 - механизм привода; 9 - механизм натяжения; 10 - груз.

Рисунок 1.1 – Схемы компоновочные ленточных транспортеров

Транспортеры могут быть горизонтальными а также наклонными или изогнутыми в вертикальной плоскости при необходимости перемещения грузов вверх или вниз, рисунок 1.2.



а – горизонтальный; б – наклонный;

в – ж – у транспортеров отдельные наклонные участки.

Рисунок 1.2 – Геометрические схемы транспортеров

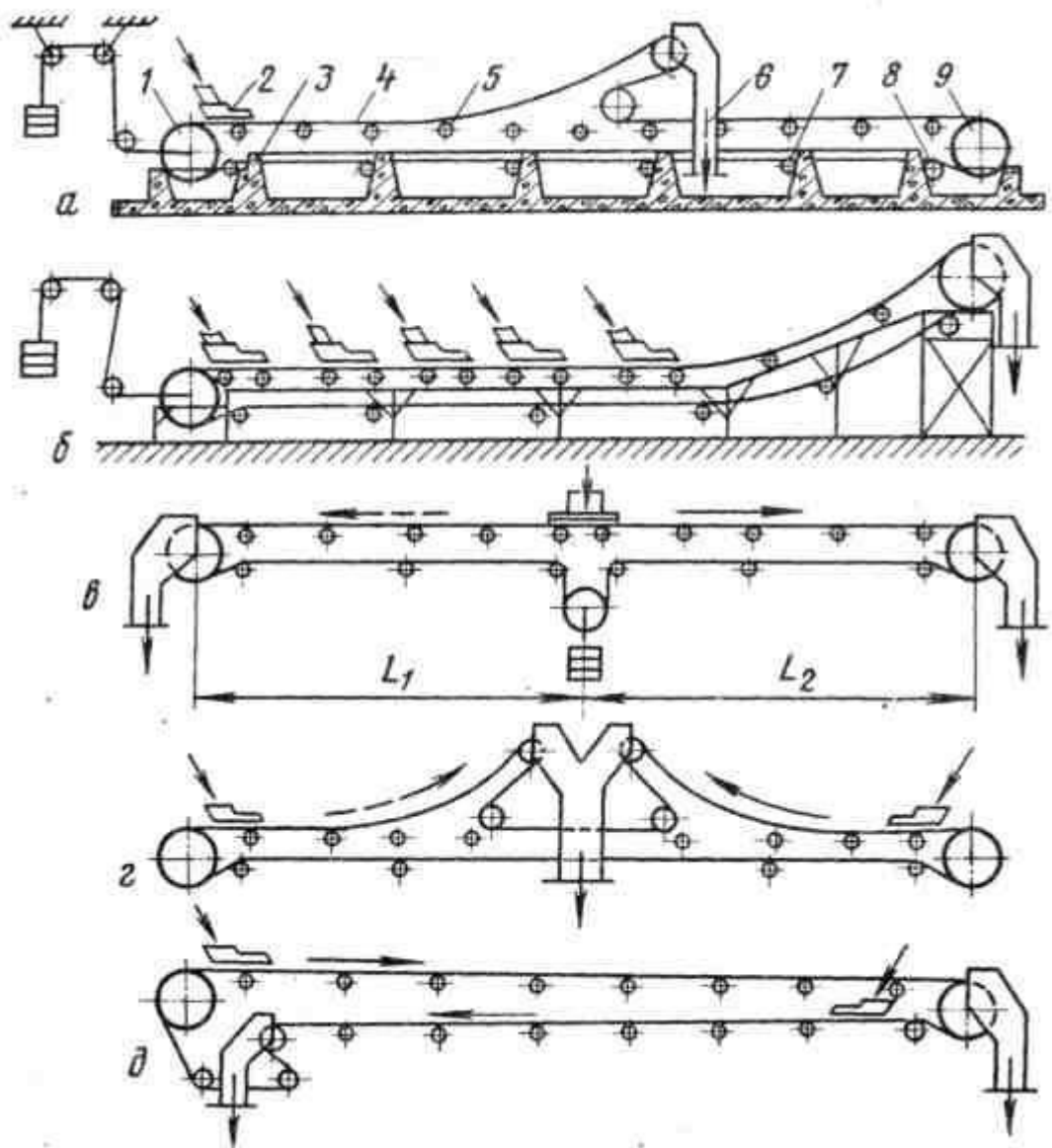
По месту подачи и выгрузки груза ленточные транспортеры могут быть скомпонованы следующим образом.

При загрузке складов груз обычно устанавливают в одной точке, а снимают в нужном месте по длине конвейера, рисунок 3, а. Такие схемы удобны для длинных складов.

При выгрузке продукта из емкостей, рисунок 3, б, применяют транспортер, обеспечивающий прием продукта в любом месте его длины, а сбрасывающий его в основном в конце конвейерной ленты.

Реверсивный транспортер, рисунок 3, в, обеспечивает прием груза в середине и подачу его на правый или левый конец. Такой тип транспортера используют для увязки между собой далеко расположенных друг от друга машин. Другая схема реверсивного конвейера, рисунок 3, г, обеспечивает прием

груза на правом или левом конце и подачу его на середину.



а – транспортер загружающий склад (надскладской): 1 – барабан натфжения; 2 – устройство загрузки; 3 - станина; 4 - лента; 5 – опора рабочая; 6 - устройство разгрузки; 7 – опора нерабочая; 8 - отводной барабан; 9 – барабан привода; б – транспортер разгружающий склад (подскладской); в – транспортер реверсивный, разгрузка на концах; г – транспортер реверсивный разгрузкой в середине; д – транспортер двустороннего действия

Рисунок 1.3 - Схемы транспортеров в зависимости от места загрузки и разгрузки конвейерной ленты

Двусторонний транспортер, рисунок 3, д, может принимать одновременно

два груза, на верхнюю ветвь и на нижнюю ветвь, и подавать их на противоположные концы. Данную схему используют, если требуется одновременно перемещать два разных груза в противоположные стороны.

Рассмотрим конструктивные элементы ленточных транспортеров.

Основным, тяговым и несущим органом транспортера является лента. Она должна отвечать следующим требованиям: низкая гигроскопичность, высокая прочность, гибкость и износостойкость, малое удлинение.

У применяемых в ленточных транспортерах барабанов длина барабана  $l_6$  должна на 100...200 мм превышать ширину ленты.

Натяжные устройства создают необходимое натяжение ленты, обеспечивающее требуемое ее сцепление приводным барабаном; ограничивают провисание ленты. Натяжение ленты обеспечивают за счет перемещения натяжного барабана.

Однако конструктивно самым сложным элементом ленточного конвейера является рама основания. На ней устанавливают приводной двигатель, натяжное устройство, редуктор. Рама является сложной пространственной конструкцией и для ее изготовления применяют детали из стандартного металлопроката соединенные сваркой.

Рама представляет собой пространственную конструкцию сложной формы. Ее габариты 800x1500x300 мм, рисунок 1.1. На раме установлен электродвигатель, редуктор, приводной барабан транспортера. Рама основания изготовлена из швеллеров. Предусматривается эксплуатация рамы и в помещении, и на открытом воздухе. По указанной причине диапазон температура эксплуатации может изменяться в пределах +40...-40°C. Рама основание покрыта слоем грунтовки и краски. Основание не работает при прямом попадании воды, так как электродвигатель не должен подвергаться воздействию воды.

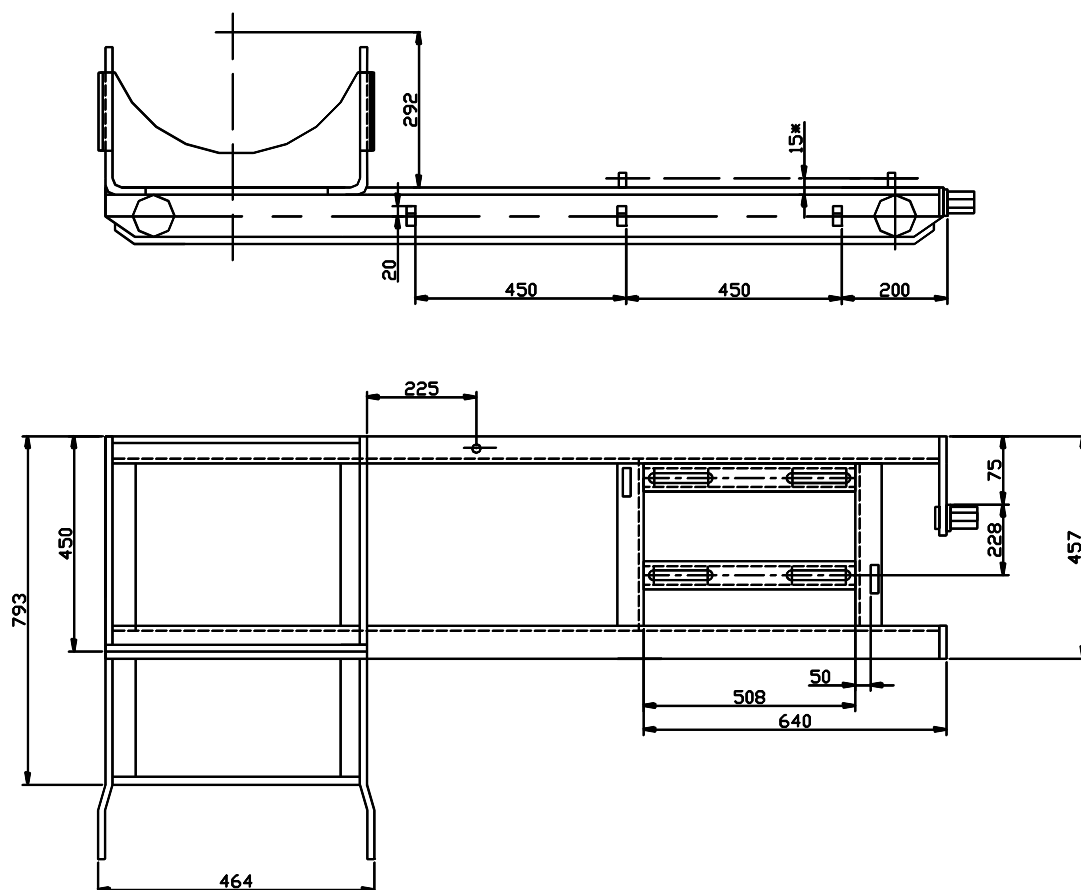


Рисунок 1.4 – общий вид основания

Общий вес основания составляет 41 кг. Точность изготовления конструкции необходимо обеспечить в пределах  $\pm 1$  мм. Овальные отверстия под болты крепления двигателя необходимо выполнить с точностью  $\pm 0,5$  мм. Этот же допуск на размер должен быть сохранен и при сварке рамы.

Рама основания выполнена из следующих деталей и узлов: 1) Пластина боковая правая; 2) ребро жесткости; 3) пластина боковая левая; 4) перемычка; 5) кронштейн крепления натяжителя транспортной ленты; 6) кронштейн боковой; 7) пластина левая крепления барабана; 8) пластина правая крепления барабана; 9) штифт – центратор; 10) рама; 11) поперечина. Перемычка выполнена из швеллера №6. В стенке швеллера выполнены пазы под винты крепления электродвигателя. Рама выполнена из двух швеллеров №12, соединенных поперечинами, выполненными из швеллеров №12.

Пластины боковые правая, левая, ребра жесткости выполнены из листового металла толщиной 2 мм и образуют раму для крепления барабана транспортера.

Детали конструкции соединены сваркой. Базовая технология выполнения сварных швов предусматривает ручную дуговую сварку по ГОСТ 5264-80 штучными электродами МР-3. В конструкции представлены все виды соединений – тавровые, стыковые, угловые и нахлесточные.

## 1.2 Определение вида производства рам основания

Производство подразделяют на единичное, серийное и массовое производство. Данное подразделение зависит от объема выпуска продукции, ее номенклатуры. Программа годовая выпуска рам составляет 500 шт. Знание вида производства позволит правильно выбрать оборудование и оснастку для производства рам.

Так на рабочих местах единичного производства выполняют широкий спектр операций без их периодического повторения. Применяют на универсальное технологическое оборудование, универсальную, унифицированную и стандартную технологическую оснастку.

Специальную технологическую оснастку при единичном производстве целесообразно применять лишь в исключительных случаях, если без нее изготовить детали невозможно. Кроме того, универсальность выполнения работ при единичном производстве требует высококвалифицированного производственного персонала.

В условиях серийного производства процесс изготовления деталей строят по принципу дифференцирования операций. Отдельные операции закрепляют за конкретным рабочим местом. Поэтому в условиях серийного производства необходимо переналаживать технологическое оборудование при изменении номенклатуры выпускаемых изделий. Для выполнения различных технологических операций применяют универсальное оборудование, которое можно оснастить как универсальными, так и

специальными приспособлениями. Рекомендуется применять специальный инструмент.

Следует отметить, что серийное производство является основным в машиностроении. В зависимости от размера партии или серии серийное производство классифицируют на мелко-, средне- и крупносерийное.

В условиях серийном производстве требуются рабочие не стол высокой квалификации, как в условиях единичного производства.

В условиях массового производства используют высокопроизводительное специализированное оборудование. Для массового производства характерным является выпуск большого объема однотипных изделий, причем, на большинстве рабочих мест выполняют только одну рабочую операцию.

Для того, чтобы определить к какому виду производства относится сварка рам транспортера проанализируем годовую программу, 500 изделий в год, а также вес и габариты. С учетом сведений в [15], определим тип производства рам основания транспортера как мелкосерийное. Поэтому, при внедрении технологического процесса изготовления в производство придется разрабатывать специализированную оснастку, чтобы была обеспечена заданная точность изготовления рамы, облегчена сборка изделия и повышена производительность сборки. Для выполнения сварных швов предпочтительно применять универсальные сварочные аппараты.

### 1.3 Анализ свойств материала, применяемого для изготовления рамы основания

Для изготовления деталей рамы основания не требуется применение каких-либо специальных или обладающих особыми свойствами материалов. Разработчики конструкции рамы основания заложили Ст 3 кп. Ее химический состав: углерод 0,14-0,22%, марганец 0,3-0,6%, кремний менее 0,05%.



Механические свойства сталей определяются содержанием углерода. С увеличением содержания углерода в составе стали ее прочность возрастает и наоборот. Предел прочности стали 3 кп - 384-470 МПа.

Углеродистые стали могут применяться в широком диапазоне температур от  $-40$  до  $+425^{\circ}\text{C}$ . Раскисляемость сталей во многом определяет их механические и технологические свойства. По критерию раскисляемости стали разделяют на три группы. Кремния в ее составе практически нет, его содержание не более 0,05%. Характерная особенность у данных сталей - неравномерное распределение таких вредных примесей как сера и фосфор по сечению проката. Кроме того, они обладают склонностью к старению, и пониженной стойкости против хрупкого разрушения. Сталь 3 кп обладает низким уровнем качества, в сравнении с вышеперечисленными группами по раскислению. Но у них есть ряд положительных качеств, поэтому они нашли широкое применение в частности в производстве деталей для различных металлоконструкций. Сталь 3 кп обладает хорошими технологическими свойствами.

Технологические свойства сталей определяют возможность получать из них отливки, подвергать обработке давлением, резанием и пр.

Литейные свойства зависят от способности расплава стали заполнять литейную форму. На литейные свойства. Кроме этого, оказывает влияние усадка — сокращение размеров и объема отливки при кристаллизации, склонность к ликвации — неоднородность химического состава по сечению отливки, вызываемой условиями затвердевания.

Возможность обрабатывать стали давлением характеризуется ковкостью. Ковкость существенно зависит от пластичности, температуры обработки и структуры металла.

Возможность обрабатывать стали резанием характеризует способность стали подвергаться обработке режущими инструментами для получения деталей заданной формы и размеров.

Перечисленные технологические свойства стали Ст 3 кп хорошие. Эта сталь хорошо обрабатывается как резанием так и давлением. Следовательно, ее можно рекомендовать для изготовления рамных конструкций транспортера.

Традиционно, под свариваемостью понимают свойство материала образовывать сварное соединение заданным способом сварки. Оценить свариваемость можно с помощью эквивалента углерода. Для углеродистых и марганцевых сталей формула расчета эквивалента углерода следующая:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}}{5} + \frac{\text{Ni} + \text{Cu}}{15} = 0,25\% < 0.45\% \quad (1.1)$$

Поскольку процентное содержание эквивалента углерода меньше нормы, можно сделать вывод, что свариваемость стали Ст 3 кп хорошая и не требуются специальные технологические приемы для обеспечения получения качественного сварного соединения.

#### 1.4 Выбор способа сварки деталей рамной конструкции

При выборе способа сварки руководствуются такими факторами как: свариваемость материала; необходимость применения дорогостоящего или специализированного оборудования для выполнения процесса сварки; необходимость применения высококвалифицированных рабочих.

С учетом того, что материал рамы основания - сталь Ст3 кп относится к металлам, хорошо поддающимся сварке, такие способы как электронно-лучевая и другие специальные способы анализировать нецелесообразно. Указанные способы требуют для реализации конструктивно сложного и дорогостоящего оборудования. Технология сварки по указанным способам требует задействовать высококвалифицированных рабочих. Применение перечисленных способов сварки оправдано при изготовлении узлов из специальных металлов, уникальных изделий.

Конструкция сварных соединений и толщина комплектующих не позволяют рекомендовать к применению технологии контактной сварки,

которые высокопроизводительны и легко поддаются механизации и автоматизации.

Газопламенные – это виды обработки, когда обрабатываемый металл греют пламенем от сжигания газов или паров горючих жидкостей, как правило в смеси с кислородом. Температура газового пламени позволяет проводить сварку, паять, резать металл, наплавлять на деталь слой обладающий нужными свойствами, греть отдельные участки деталей для проведения локальной термообработки, правки или очистки.

Для газопламенной сварки кромки соединяемых деталей должны быть нагреты пламенем до температур, превышающих температуру плавления соединяемого металла, рисунок 1.5. Образуется сварочная ванна. Затем горелка перемещается сарщиком по стыку деталей, производя последовательное его оплавление. За горелкой жидкий металл, остывает, кристаллизуется и образует сварной шов. Если есть необходимость получения сварного шва с усилением, в зону пламени осуществляют подачу прутка или проволоки присадочного металла, который расплавляется и попадает в сварочную ванну.

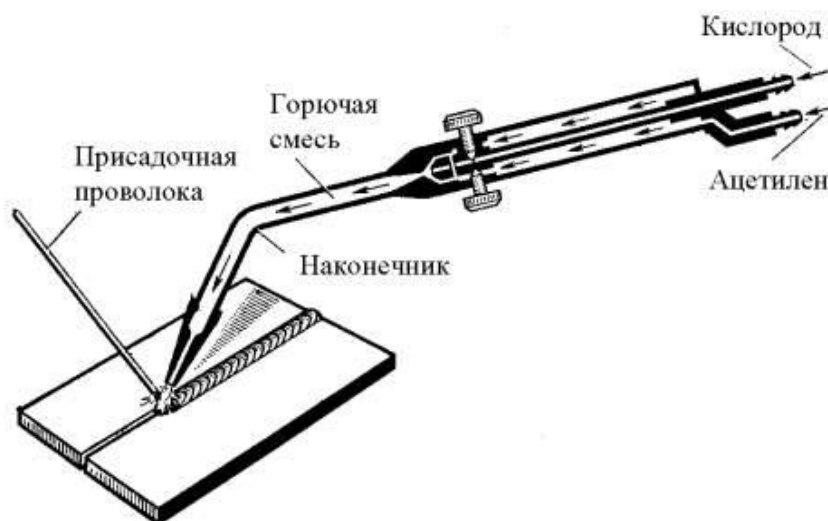


Рисунок 1.5 - Схема газопламенной сварки

К преимуществам данного способа сварки необходимо отнести следующие: возможность выполнять сварку металла малых толщин; простота процесса сварки металлов, для которых необходим предварительный

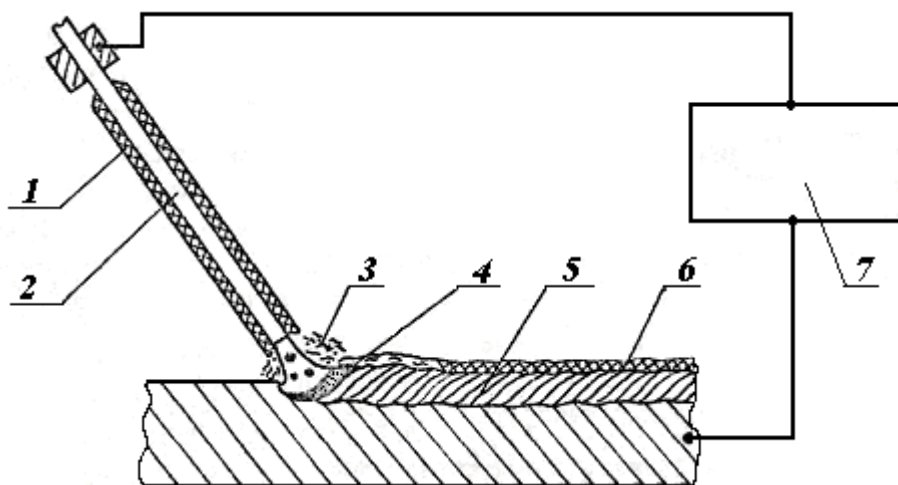
подогрев и замедленное охлаждение сварного шва, простое и дешевое применяемое оборудование.

Однако, в сравнении с другими источниками тепла, используемыми при сварке плавлением, газовое пламя - наименее сосредоточенный источник тепла. Если эффективная тепловая мощность, вводимая за единицу времени в металл свариваемой детали одинакова, то от газового пламени вводится через единицу площади в 8...12 раз меньше тепла, чем от электрической дуги. Поэтому диаметр пятна нагрева от газового пламени в 2,5...3,5 раза больше, чем от сварочной дуги и достигает 6...8 см. Поэтому, чтобы нагреть металл пламенем горелки до температуры плавления, необходимо больше времени, чем при использовании электрической дуги. Поэтому производительность газопламенной сварки с увеличением толщины свариваемых кромок резко снижается.

Кроме того, при медленном нагреве, характерном для газопламенной сварки, свариваемый металл длительное время пребывает в зоне высоких температур. Это приводит к перегреву металла, укрупнению зерна. Как следствие, механические свойства сварных соединений сталей (прочность, пластичность, вязкость) после газопламенной сварки снижаются, чем после дуговой [2].

Большая зона нагрева газовым пламенем приводит к увеличению деформаций свариваемых деталей, особенно тонколистовых. Это затрудняет выбор конструкций стыка деталей.

Ручная дуговая сварка получила наибольшее распространение в промышленности, рисунок 1.6.



- 1 — покрытие электрода; 2 — металлический стержень;  
 3 — газовая атмосфера дуги; 4 — сварочная ванна;  
 5 — закристаллизовавшийся металл шва; 6 — затвердевший шлак; 7 — источник питания сварочной дуги

Рисунок 1.6 - Схема ручной дуговой сварки плавящимися штучными электродами

Главное ее достоинство – простое конструктивно и в эксплуатации оборудование, высокая мобильность способа, возможность сварки различных металлов и сплавов. К недостаткам следует отнести малую степень механизации и автоматизации, и низкую производительность процесса. Кроме того, применение штучных электродов при данном способе ведет к большому расходу присадки (штучных электродов), из-за того, что в держателе электрода остается огарок электрода. Применение штучных электродов также не позволяет существенно увеличивать сварочный ток. Поэтому для данного способа характерна низкая производительность.

При автоматической сварке под слоем флюса между соединяемыми сваркой деталями и расплавляемым электродом (проволокой) зажигают дугу, перед дугой наносят слой флюса, под ним формируется сварочная ванна и кристаллизуется шов. Тепло дуги плавит часть флюса, образовавшийся слой жидкого шлака закрывает зону сварки в виде пузыря. Слой флюса и шлак

обеспечивают защиту зоны сварки и остывающий шва от воздуха. За счет перехода газов и неметаллических загрязнений в шлак, происходит рафинирование металла. Шлак облегает плавильное пространство, за счет чего там увеличивается давление, происходит обжатие дуги, что повышает ее эффективный КПД и проплавляющую способность. Отсутствует разбрызгивание электродного металла. Поэтому можно увеличить силу тока, по сравнению с ручной дуговой сваркой.. Также весьма незначительны потери электродного металла, не более 2...4 %. Поскольку дугу в процессе сварки не видно, сварщик не нуждается в защитной маске и тяжелой защитной одежде [2].

Однако сварка под флюсом не лишена недостатков. Практически невозможно производить ее в пространственных положениях шва, исключая нижнее, из-за осыпания флюса. Возникают трудности и при контроле процесса горения дуги и формирования шва т.к. все закрыто флюсом. Представляют опасность для здоровья рабочих пыль и пары флюса. Для реализации процесса сварки необходимо применение сложного, дорогостоящего оборудования.

Под термином дуговая сварка в защитных газах понимают обширную номенклатуру разновидностей данного способа. Главная особенность дуговой сварки в защитных газах заключается в том, что при сварке в область факела дуги подают газовую среду, состав которой отличается от окружающего воздуха, рисунок 1.7. Данная среда обеспечивает защиту расплавленного металла от вредного влияния воздуха на качество сварного соединения.

Применяемые на практике разновидности дуговой сварки в защитных газах многочисленны. Данный вид сварки может быть классифицирован по вариантам создания газовой защиты, по химическому составу защитного газа, по типу электрода, по роду сварочного тока, по степени механизации процесса.

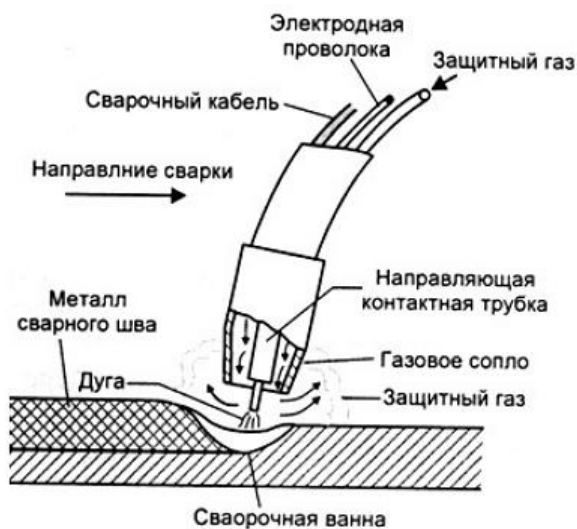


Рисунок 1.7 - Сварка в среде защитного газа

Следует отметить такие преимущества процесса сварки в среде защитного газа как: высокая мобильность способа; высокая производительность; сварку можно вести во всех пространственных положениях шва; диапазон свариваемых толщин колеблется от десятых долей миллиметра до нескольких сантиметров; конструктивно и в эксплуатации оборудование простое; отсутствуют т.н. огарки электродов, имеющий место при ручной дуговой сварке, а это уменьшает общий расход присадочного материала.

К недостаткам способа можно отнести следующие: сравнительно сложное оборудование; высокое разбрызгивание расплавленного металла в процессе сварки плавящимся электродом.

Химический состав защитной среды подбирают учитывая свойства свариваемого металла, толщину соединяемых кромок, тип присадочной проволоки, и требований предъявляемых к сварным швам. При сварке химически активных металлов к применению могут быть рекомендованы инертные газы. Смеси инертных газов активных повышают в некоторых случаях устойчивость дуги, увеличивают глубину проплавления, улучшают внешний вид сварного шва, снижают разбрызгивание металла в случае сварки

плавающимся электродом, увеличивают качество металла шва, увеличивают производительность процесса.

### 1.5 Анализ вариантов механизации и автоматизации технологии сварки рамы

В крупносерийном и массовом производстве применяют высокомеханизированное и автоматизированное оборудование. Наибольшее распространение из средств механизации при массовом производстве получили разные приспособления, выполняющие функции разгрузки, поддержки обрабатываемых деталей [6].

В ряде случаев перечисленные устройства при массовом производстве объединяют в поточные механизированные и автоматические линии. В автоматических линиях на операциях сборки-сварки не участвует человек. Исключение составляют операции предварительной сборки или загрузки деталей в специальные магазины.

При мелкосерийном производстве могут применяться приспособления и промышленные роботы. Могут также применяться гибкие автоматические линии со встроенными роботами.

Для механизированных приспособлений всех типов характерно наличие пневматического или гидравлического привода зажимных устройств. Для съема детали используют выталкиватели, съемники или специальные съемные устройства. Указанные приспособления, как правило, связаны с транспортными системами. Для перемещения свариваемой детали относительно электродов в конструкцию сварочной машины могут быть внесены поддерживающие и перемещающие устройства. Целесообразно придавать этим приспособлениям и функции сборки. Их использование не только облегчает условия труда производственному персоналу но и повышает качество, так как повышает точность расположения сварочных соединений и обеспечивает правильную фиксацию свариваемых деталей относительно электродов сварочной машины [6].



Поворотные столы различных конструктивных исполнений позволяют загружать детали вне зоны выполнения сварочных работ. При этом улучшаются условия труда и увеличивается производительность сварочного оборудования. Механизм поворота стола, на котором размещена сварочная оснастка с изделиями, является наиболее сложным узлом указанных устройств. Устанавливают подобного рода приспособления на сварочных машинах общего применения.

Широкое распространение для поворотных столов нашли мальтийские механизмы. Работу данных устройств обеспечивает электрический двигатель.

Для комбинированных машин характерно объединение в одном агрегате несколько последовательных, и различных по технологии операций. Результатом этого является исключение промежуточных операций, таких как транспортировка, загрузка, съем деталей после каждой операции. В результате существенно повышается производительность технологического процесса и повышается общая производительность изготовления металлоконструкции [6].

Однако объединение операций существенно усложняет конструкцию оборудования, и это главный недостаток комбинированных машин.

### 1.6 Задачи работы

Анализ конструкции рамы основания транспортера, условий ее эксплуатации и программы выпуска позволяет сделать вывод о предпочтительности для сварки деталей рамы технологии сварки в среде активного газа. Но для данного способа сварки характерным является повышенное разбрызгивание металла, что нежелательно, так как при этом расходуется большее количество сварочной проволоки. Поэтому, рекомендуем применить сварку в газовой смеси – углекислого газа и аргона, при сварке в данной смеси разбрызгивание незначительное. Кроме того, с учетом программы выпуска, необходимо разработать специализированное

сборочное приспособление для повышения качества и производительности труда.

Необходимо еще подобрать присадочный материал, режимы и разработать технологию сварки рамы основания.

С учетом изложенного, сформулируем следующие задачи работы: разработать технологию механизированной сварки рамной конструкции транспортера в защитных газах; выбрать необходимое сварочное оборудование; спроектировать оснастку для реализации разработанного технологического процесса; предложить технические и организационные мероприятия обеспечивающие охрану здоровья и жизни рабочих; выполнить расчет экономической эффективности предложенных мероприятий.

## 2 Проектный технологический процесс сборки – сварки рамы

### 2.1 Заготовительные операции

Первая операция проектного техпроцесса - входной контроль. Контролируется листовая металл и металлопрокат (швеллера, уголки) на наличие клейм, заводской маркировки, сертификатов изготовителя, осматривается металл на наличие повреждений.

Следующая операция выполняется в заготовительном и токарно-фрезерном участке. На пиле дисковой ЭНЕРГОМАШ ПО-73240, рисунок 2.1, из швеллера №12 нарезать заготовки для рамы и поперечины.



Рисунок 2.1 – Пила ЭНЕРГОМАШ ПО-73240

На этой же пиле из швеллера №6 нарезать перемычки.

Штифты-центраторы точить на токарном станке 1К62, рисунок 2.2. из прутка.



Рисунок 2.2 – общий вид станка 1К62

Из уголка №5 на пиле дисковой нарезать кронштейны боковые.

Ребра жесткости нарезать из листового металла толщиной 2 мм на ножницах гильотинных. Кольцевые вырезы для крепления электродвигателя в боковых пластинах фрезеровать на фрезерном станке. После чего необходимо гнуть пластины боковые на гибочной машине.

Также на фрезерном станке выполнить в перемычках пазы для винтов крепления электродвигателя.

Для вырезки круглых отверстий в стенках швеллера и треугольных вырезов в стенках швеллера применять газовый резак ГРМ-70.

Отверстия в крепежных пластинах выполнять на сверлильном станке. Подготовленные детали рамы контролировать на соответствие требованиям чертежа, притупить острые кромки и передать на операцию сборки и сварки.

## 2.2 Подбор режимов сварки

В качестве защитных газов применяют: инертные газы - аргон, гелий; активные газы –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ; смеси газов, двухкомпонентные и трехкомпонентные ( $\text{Ar} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$ ;  $\text{Ar} + \text{O}_2$ ;  $\text{Ar} + \text{CO}_2$  и др.). Газовые смеси должны удовлетворять требованиям ТУ 14-1-2079-77.

Смесь аргона и кислорода, последнего 1-5% используют для сварки малоуглеродистых и легированных сталей. Данная смесь обеспечивает при сварке переход капельного переноса металла в струйный. За счет чего как увеличивается производительность сварки, так и уменьшается разбрызгивание металла.

Смесь аргона и углекислого газа, последнего 10-20%, также используют при получении сварных соединений низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Для сварных швов, полученных при сварке в данной смеси характерна низкая высота усиления шва, чем при сварке в углекислом газе, также обеспечивается плавный переход валика шва к основному металлу. Перечисленные особенности позволяют существенно снизить расход электродной проволоки на единицу длины сварного шва.

Другим преимуществом сварки в смесях газов на основе аргона являются обеспечение лучших гигиенических и экологических показателей, в сравнении с иными способами дуговой сварки. Сварка в смесях газов на основе аргона позволяет существенно снизить выделение пыли и токсичных газов в зону дыхания сварщика и в окружающую среду. Поэтому можно снизить мощность общеобменной и местной вентиляции, и, соответственно, затраты на электроэнергию и обслуживание вентиляции.

В производственных условиях могут использоваться как баллоны с готовыми смесями газов, так и баллоны с каждым газом по отдельности. На нашем сварочном участке применяется второй случай, поэтому расход каждого газа необходимо регулировать при помощи отдельного редуктора и измерять ротаметром типа РС-3. Соотношение газа в смеси принимаем 80% аргона и 20% углекислого газа.

Для уменьшения разбрызгивания при механизированной сварке предложено использовать смесь газов: аргона и углекислого.

Перечень параметров режима сварки для механизированной сварки в смеси газов: диаметр электродной проволоки; род, полярность тока; номер слоя шва; сила сварочного тока; напряжение дуги; скорость подачи электродной проволоки; расход защитного газа.

Сначала выбираем сварочную проволоку. Проволока подбирается так, чтобы свойства наплавленного металла, а также основного металла, а также их химический состав, примерно, совпадали. Материал рамы transportера сталь 3. В ней менее 0,05% кремния и марганец в количестве 0,3-0,6%, см. табл. 1.2. Указанные элементы выгорают при сварке, так как обладают высоким сродством к кислороду.

Следовательно, согласно [5] при сварке кипящей низкоуглеродистой стали применяют сварочную проволоку Св-12ГС. Химический состав данной проволоки: углерод менее 0,14%, кремний 0,6-0,9%, марганец 0,8-1,1%.

Режим сварки выбираем с учетом толщины свариваемых деталей. При толщине металла 1,5-3,0 мм для угловых швов [4] рекомендует применять такие режимы сварки :

- сварочная проволока диаметром – 1,0 мм;
- катет сварных швов – 2, мм
- сварочный ток - 75-150 А
- напряжение дуги – 18-23 В
- вылет проволоки – 8-12 мм
- расход газа – 8-10 л/мин

Указанный выше диапазон толщин, 1,5...3 мм, охватывает все толщины, на нашем изделии, поэтому принимаем для сварки вышеуказанный режим.

При сварке стыковых швов, в этом же источнике рекомендуют для толщин 1,2-2,0 мм следующий режим сварки:

- сварочная проволока диаметром – 0,8-1,0 мм
- сварочный ток – 70-120 А

- напряжение на дуге – 18-21 В
- расход газа – 10-12 л/мин

Поэтому, чтобы избежать лишних проблем, выберем сварочную проволоку диаметром 1 мм как для сварки угловых сварных швов, так и для стыковых сварных швов.

Определим требуемое количество проволоки.

Для шва N1, длина 250 мм. Катет K=4 мм.

$$F_H = K^2/2 = 8 \text{ мм}^2 = 0,08 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,08 * 250 = 15,6 \text{ г.}$$

Для шва N2, длина 130 мм. Катет K=2 мм.

$$F_H = K^2/2 = 2 \text{ мм}^2 = 0,02 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,02 * 130 = 2 \text{ г.}$$

Для шва N3, длина 475 мм. Катет K=5 мм.

$$F_H = K^2/2 = 12,5 \text{ мм}^2 = 0,125 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,125 * 475 = 46 \text{ г.}$$

Для шва N4, длина 540 мм.

$$F_H = 10 \text{ мм}^2 = 0,1 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,10 * 540 = 42,12 \text{ г.}$$

Для шва N5, длина 210 мм. Катет K=5 мм.

$$F_H = K^2/2 = 12,5 \text{ мм}^2 = 0,125 \text{ см}^2.$$

$$M_H = 7,8 * 0,125 * 210 = 20 \text{ г.}$$

$$\Sigma M = 15,6 + 2 + 46 + 42 + 20 = 125,6$$

$$M_p = M_H / (1 - \Psi_p) = 125,6 / (1 - 0,12) = 142,7 \text{ г}$$

Таким образом, для выполнения всех сварочных швов на изделии понадобится примерно 150 грамм сварочной проволоки

### 2.3 Технология сборки и сварки рамы

Следующая операция сборка рамы основания в специализированном приспособлении. Рабочий укладывает в ложементы оснастки заготовки для рамы – пластины, ребра жесткости, швеллера, уголки. Детали рамы рабочий фиксирует винтовыми прижимами. Собранный рама контролируется на

наличие смещений. Если результаты контроля положительны, сварщик выполняет прихватку деталей, длина прихваток 12-15 мм. В первую очередь выполняется прихватка заготовок для рамы основания и поперечины. Прихватывается шов 1, после чего 2, затем 3, 4. Сила сварочного тока принимается 70-100 А, напряжение на дуге 18-23 В, расход газа 8-10 л/мин. Затем прихватываются поперечины и перемычки. Прихватка их выполняется в следующей последовательности: 5, 6, 7, 8. Затем производится прихватываются пластины боковые и заготовки для рамы, ребер жесткости и пластин боковых. Прихватки накладываются в следующей последовательности – 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18. По окончании прихваток производится промежуточный контроль геометрии изделия и сварщик выполняет сварные швы в соответствии с чертежом. Шов N1, рис. 2.3. Шов N2, рис. 2.4., Шов N 3. Рис. 2.5.

Режимы сварки указаны в п. 2.2 работы. Швы выполняются в произвольной последовательности. По окончании сварки основание охлаждается, и извлекается из оснастки для контроля и последующей сварки.

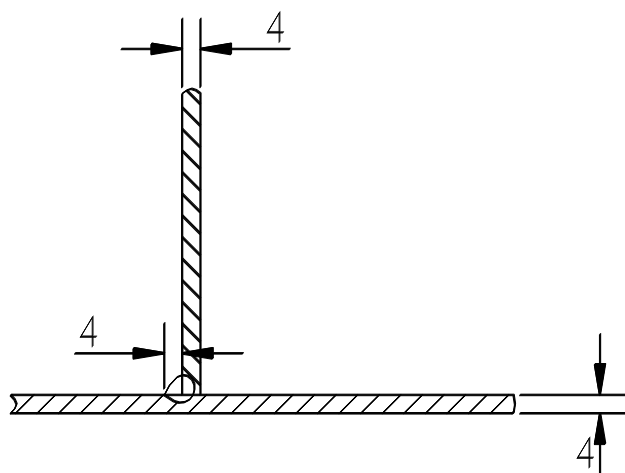


Рисунок 2.3 – Шов номер 1.



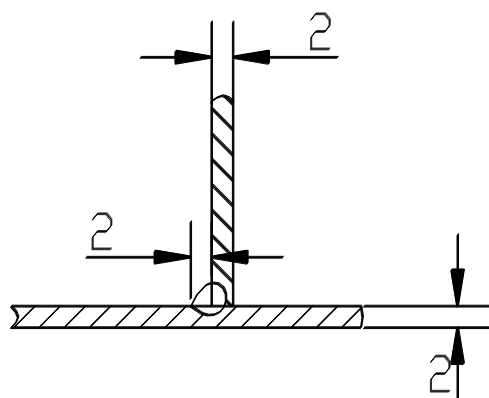


Рисунок 2.4 – Шов номер 2.

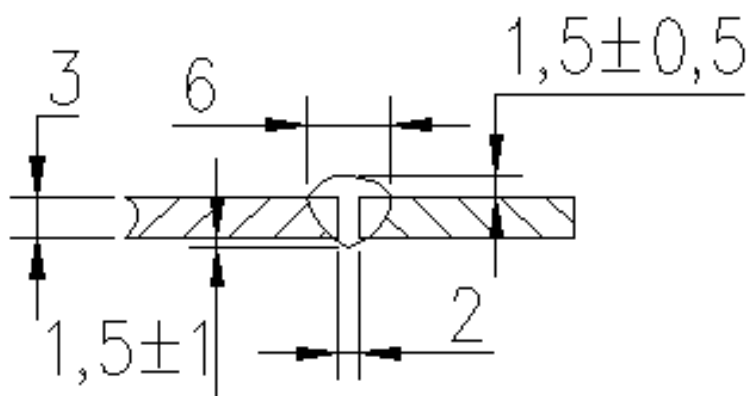


Рисунок 2.5 – стыковой шов.

На раму основания производится установка согласно чертежу: пластины крепежной правой и последующая приварка; кронштейнов натяжителя и приварка; кронштейнов боковых, приварка; штифта-центратора, приварка. Режимы сварки согласно п. 2.2.

После сварки основания готовое изделие контролируется. Производится зачистка сварных швов и околошовной зоны щеткой металлической. Контролируется соответствие геометрии сварных швов требованиям чертежа. Необходимо обратить внимание, чтобы размерные допуски были выдержаны. Затем контролируются сварные швы. Контроль визуально 100%. Недопустимыми дефектами являются непровары, трещины, шлаковые включения. Дефектные участки вырезают абразивным кругом и производят повторную сварку. Внимательно контролируют состояние верхней поверхности перемычек. Брызги металла, окисленные участки на них не допустимы. При их наличии поверхность зачищают. Дело в том, что

поверхности переключателей не должны оказывать сопротивления при перемещении электродвигателя при натяжении ленты транспортера.

Сваренные и проконтролированные рамы основания передают на участок окраски.

### 3 Оснастка для фиксации компонентов рамы

#### 3.1 Конструкция оснастки

Разработанная оснастка для сборки изделия, рисунок 3.1., включает в себя основание прямоугольной формы 2, сваренное из швеллеров. На основании 2 установлены и закреплены сваркой ложементы 1, рисунок 3.2. В ложементы укладывают при сборке детали рамы основания транспортера изготовленные из швеллеров. Фиксируют их винтовыми прижимами 6.

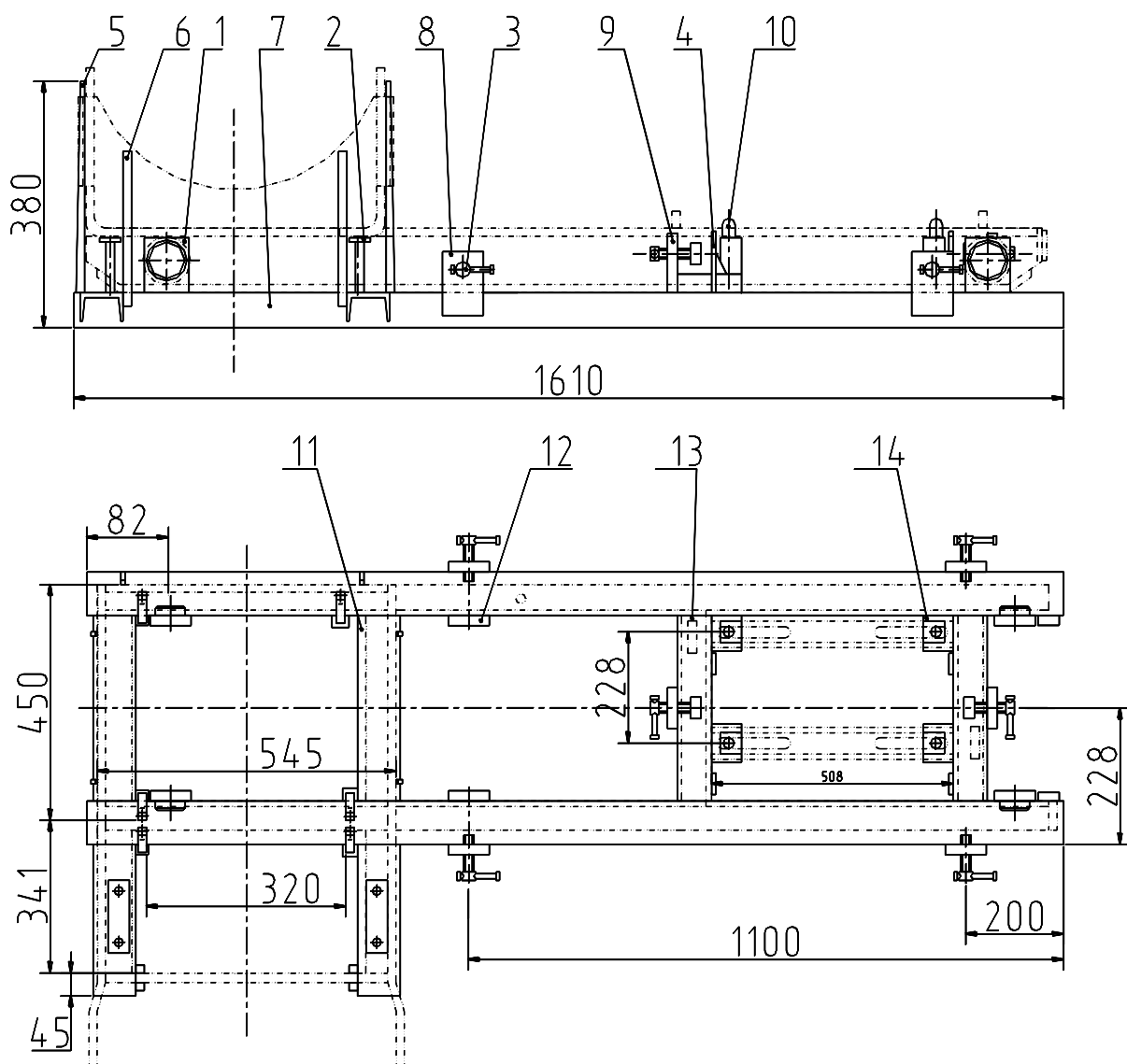


Рисунок 3.1 - Общий вид оснастки

Направляющие устанавливаются и фиксируются от перемещения в ограничителе 4. Всего ложементов с винтовыми прижимами применено 8.

Данное техническое решение обеспечивает заданную чертежом геометрию при сборке и при сварке. Всего ограничителей 4, что позволяет собирать и сваривать одновременно четыре направляющие. Основание приспособления выполнено из швеллеров №12. Ложементы, рисунок 3.2, 3.3, выполнены в форме П – образной конструкции, с отверстиями для винтовых прижимов. Закреплены ложементы к швеллерам сваркой.

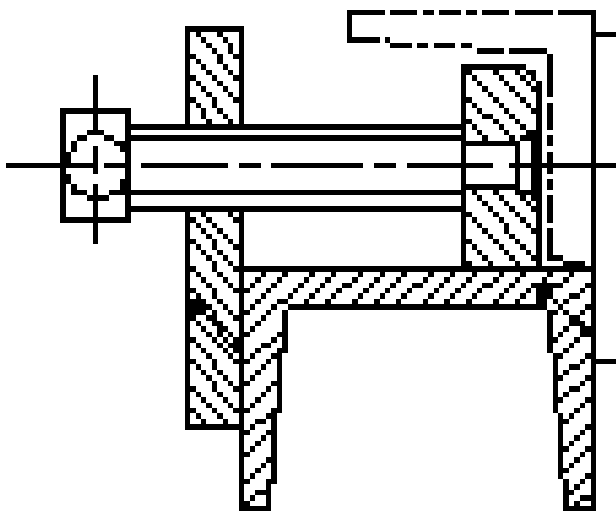


Рисунок 3.2 - Ложементы крепления уголков

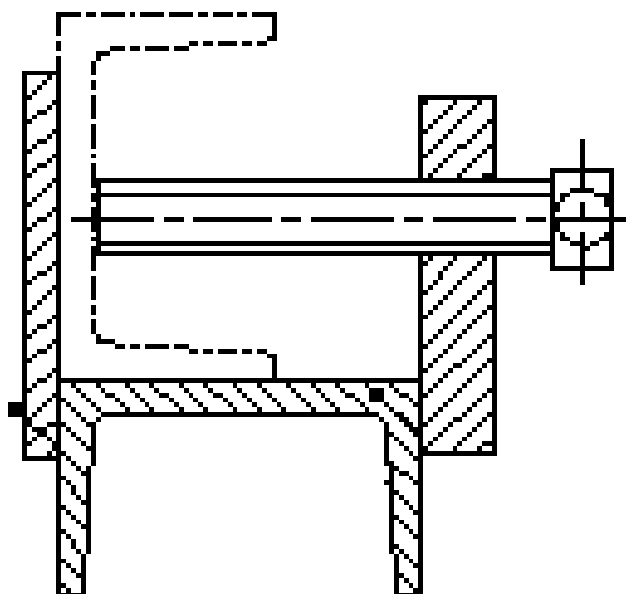


Рисунок 3.3 - Ложементы крепления швеллеров

Расчет винтовых прижимов [12]

Рассчитаем усилие прижима по формуле:

$$F = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot m,$$

где –  $F$  – усилие, требуемое для неподвижного закрепления детали, без сдвига, Н. С учетом веса деталей и силы возможного механического воздействия, для нашей рамы согласно справочников принимаем 100 Н;

$K_0$  – коэффициент запаса прочности  $K_0=2$ ;

$K_1$  – коэффициент, который зависит от степени механизации и от постоянства приложения усилия, согласно справочников принимаем 1,3;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от качества поверхности, для деталей необработанных принимаем 1,2;

$m$  – масса закрепляемого узла, в Н.

$$F = 2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 64,0 = 199,68 \text{ Н.}$$

Для определения наружного диаметра винта воспользуемся формулой

$$d_{\text{вна}} = \sqrt{\frac{F}{0,5[\sigma]}}$$

где  $[\sigma]$  – допускаемые напряжения для материала винта для переменной нагрузки согласно справочников принимаем 70 МПа.

$$d_{\text{вна}} = \sqrt{\frac{100}{0,5 \cdot 70 \cdot 10^6}} = 0,01 \text{ м} = 10 \text{ мм}$$

Количество витков резьбы в гайке определяется по формуле:

$$n = \frac{F}{\pi(d_n - d_{\text{вн}}) \rho_0 / 4}$$

где –  $d_n$  – диаметр винта наружный,

$d_{\text{вн}}$  – диаметр винта внутренний,

$\rho_0$  – удельное давление на поверхности ниток резьбы, листа и гайки выполненных из тсали принимаем  $\rho_0 = 100$  МПа..

$$n = \frac{200}{3,1415(10 - 9,1)100 / 4} = 3,1$$

Тогда высота гайки может быть рассчитана:

$$H = n \cdot S = 3,1 \cdot 2 = 6,2 \text{ мм}$$

Условие самоторможения может быть обеспечено, если  $\alpha \leq \varphi$ ,  $\alpha$  – угол подъема,  $\varphi$  – угол трения в резьбовой паре. Примем метрическую резьбу и результат составит  $10^\circ < 23^\circ$ . Условие обеспечено.

### 3.2 Технология изготовления оснастки

Сначала швеллер и уголок нарезают на пиле дисковой, в требуемый размер. Ложементы, в которые будут укладываться компоненты рамы транспортера точат на фрезерном станке и сверлят в них отверстия для винтовых прижимов и нарезают в отверстиях резьбу.

Детали основания 2, устанавливают на универсальный сборочный стол обеспечивая заданную геометрию и выполняют прихватку, длина прихваточного валика 20 мм при расстоянии между прихватками 100 мм. Прихватку выполняют РДС штучными электродами МР-3 диаметром 3 мм. Сила тока 100 А. После прихваток используя линейки, рулетки, угольники проводят проверку геометрии узла, исправляют несоответствия в размерах и деформации от сварки. Затем выполняют сварку швов РДС штучными электродами МР-3 диаметром 4 мм силу тока принимают 130 А.

После сварки выполняют зачистку сварных швов, дополнительно контролируют геометрию, исправляют остаточные сварочные деформации.

В ложементах, предварительно, резьбовые отверстия герметизируют асбестом, чтобы защитить от брызг сварки. Может пострадать резьба. Выполняют прихватку, длина прихваточного валика 10-15 мм сила тока 100 А, диаметр электрода 3 мм, электроды МР-3 или УОНИ-13/45. После прихватки повторно выполняют проверку геометрии, и после положительных результатов контроля выполняют сварку ложементов с основанием, сила тока 150 А, диаметр электрода 4 мм, электроды МР-3 или УОНИ-13/45. Далее устанавливают ограничители и аналогично прихватывают, по режимам, указанным выше, контролируют геометрию, затем производят сварку по режиму, указанному выше.

На завершающем этапе в резьбовые отверстия устанавливают винтовые прижимы. Сначала из резьбовых отверстий извлекают асбест, устанавливают прижимы и наносят консистентную смазку на резьбу.

### 3.3 Сварочное оборудование

В настоящее время отечественные и зарубежные производители предлагают широкий выбор сварочного оборудования для сварки в смеси газов [5]. У шланговых полуавтоматов, применяемых для сварки в среде защитных газов, основными элементами являются: горелка, шланг подвода электродной или присадочной проволоки к горелке, механизм подачи проволоки, катушка с проволокой и система управления полуавтоматом. Перечисленные элементы отличаются конструктивными особенностями, и, как правило, применяются во всех разновидностях полуавтоматов.

В зависимости от расположения подающего механизма полуавтоматы классифицируют на толкающего и тянущего типов. В полуавтомате толкающего типа подающий механизм, обеспечивающий подачу проволоки с катушки в зону сварки установлен рядом с катушкой.

Современные механизмы подачи могут содержать два или несколько подающих роликов разной конструкции в разных сочетаниях.

Для сварки выбираем полуавтомат СВАРОГ MIG 350, рисунок 3.3.

Сварог MIG 350 (J1601) предназначен для промышленного использования там, где требуется осуществление полуавтоматической сварки MIG/MAG (в среде защитного газа) и сварки FCAW (порошковой проволокой). Полуавтомат разработан на базе IGBT транзисторов нового поколения. Это позволяет сохранить высокую мощность во время работы и обеспечить его длительное включение при сохранении небольших габаритов и малой массы.



Рисунок 3.3 – Полуавтомат СВАРОГ MIG 350,

Модель Сварог MIG 350 (J1601) является модульной и состоит из двух основных частей: сварочного устройства и четырехроликового подающего механизма, благодаря которому можно использовать сварочную проволоку прямо в евро катушках массой до 15 кг. Также такое исполнение позволяет увеличить радиус действия прибора, не передвигая само устройство с места на место. Это является важным для нашего случая, так как длина балки 6 метров и длина шланга 3 м.



## 4 Безопасность и экологичность технического объекта.

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Тема бакалаврской работы: «Технологический процесс сборки и сварки рамной конструкции транспортера».

В рамках выполнения работы предложен технологический процесс механизированной сварки рамы основания транспортера.

Разработанная технология сборки и сварки состоит из следующих операций: входной контроль; сборку; сварку; операционный контроль.

Для внедрения на производственном участке разработанного технологического процесса потребуется следующее оборудование, рисунок 4.1, 1 - полуавтомат Сварог MIG 350; 2 - ящик для инструмента сварщика; 3 - сборочное приспособление; 4 - вытяжной зонт; 5 - слесарный верстак; 6 - вентиляционные каналы; 7 - стол; 8 – вентилятор пылеудаляющий; 9 – тележка для перевозки и хранения деталей; 10 - стеллаж для сварочной проволоки и прочих материалов; 11 – стеллаж для ремонтного фонда и прочих материалов; 12 - стол для контроля; 13 – стеллаж для хранения готовых к сборке узлов; 14 – вентиляция приточная.

Для производственных условий вообще характерно, как правило, наличие опасных и вредных факторов [7].

Опасным называется такой производственный фактор, при воздействии которого на работающего происходит внезапное ухудшение здоровья.

Вредным называется такой производственный фактор, при воздействии которого на работающего происходит заболевание или снижение трудоспособности [7].

Для разработанных в рамках бакалаврской работы технологических процессов характерными являются некоторые опасные и вредные производственные факторы. Их выявлению, анализу и разработке

мероприятий по устранению действия на производственный персонал посвящен данный раздел бакалаврской работы.

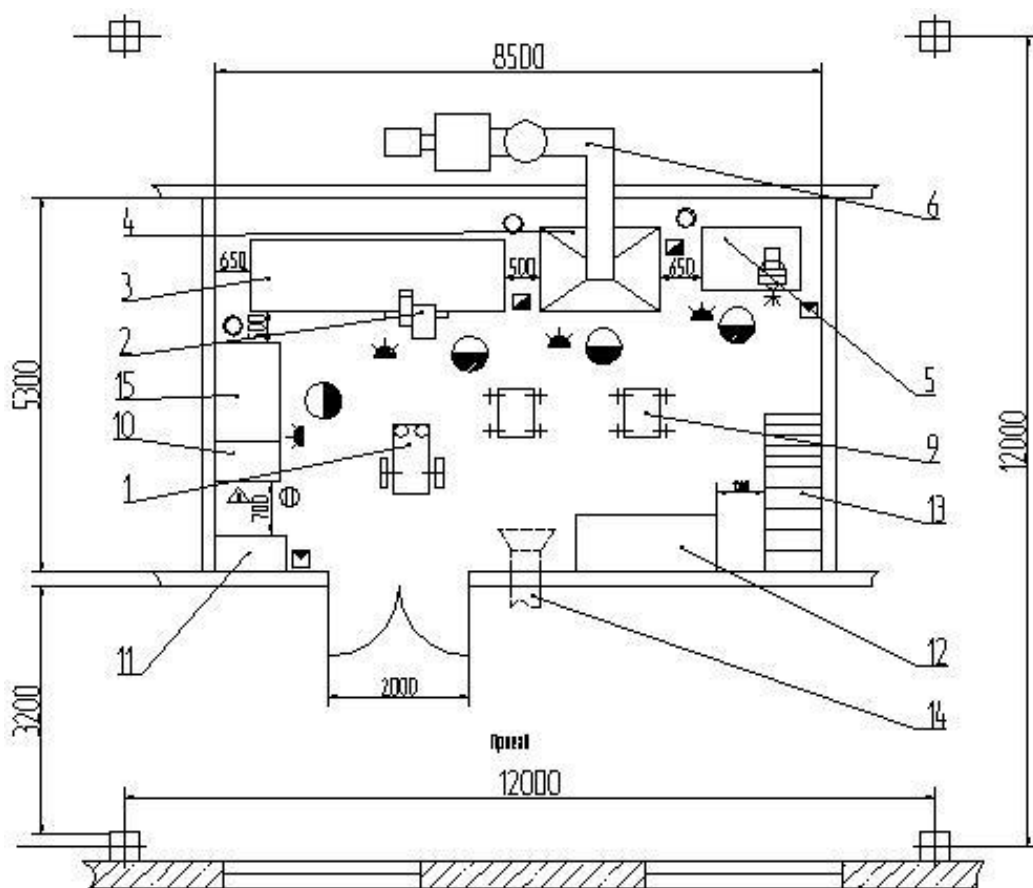


Рисунок 4.1 – схема компоновочная участка сварки

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Сварка рамы transportера	Подготовка комплектующих, контроль, сборка, сварка	Слесарь-сборщик, сварщик изделий из тугоплавких металлов,	источник питания, полуавтомат Сварог MIG 350, приспособление сборочное	Комплектующие из стали, сварочная проволока Св-08Г2С, газ углекислый

## 4.2 Профессиональные риски на участке.

Технологический процесс сварки рамы транспортера сопровождается с опасностями, которые вызваны разными причинами, и могут привести человека к временной или полной нетрудоспособности, в зависимости от стечения обстоятельств или интенсивности воздействия.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Подготовка комплектующих, контроль, сборка, сварка	Физические: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования, заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная пульсация светового потока; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень инфракрасной радиации; передвигающиеся изделия.	источник питания, полуавтомат Сварог MIG 350, приспособление сборочное комплектующие из стали, сварочная проволока Св-08Г2С, газ углекислый

#### 4.3. Мероприятия по снижению профессиональных рисков участка сварки

Мероприятия по снижению профессиональных рисков сварочного участка предусмотрены следующие:

экспертиза условий труда и аттестация рабочих мест сварщика;  
оценка состояния здоровья сварщика по результатам периодических медицинских осмотров.

Аттестация рабочих мест по условиям труда производится в Порядке, утвержденном Приказом Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 N 342н.

#### 4.4 Пожарная и техногенная безопасность участка сварки.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Сварки рамы транспорте ра	источник питания, полуавтомат Сварог MIG 350, приспособление сборочное	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды;	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок.

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1	Пожарные автомобили или (вызываются)	Не применяются	Не применяются	Краны пожарные напорные пожарные рукава	Действия согласно плана эвакуации.	Лопата, багор, топор	Телефон в помещении и начальника участка

Основой, обеспечивающей пожарную безопасность нашего предприятия, являются организационные мероприятия. Организационные мероприятия включают в себя разработку мер (правил) пожарной безопасности на предприятии (приказов, инструкций положений и т.п.).

Поэтому для борьбы с пожарами разработан комплексный план мероприятий.

. Противопожарные мероприятия предусматривают инструктажи и обучающие занятия с сотрудниками и рабочими. Назначаются ответственные лица, обеспечивающие исправность и готовность к работе всех устройств по обеспечению противопожарной безопасности.

Периодически проводятся проверки и учения с производственным персоналом.

#### 4.5 Экологическая безопасность сварочного участка

Таблица 4.6 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта.	Воздействие технического объекта на литосферу растительного покрова и т.д.)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)
Сварка	Подготовка комплектующих, контроль, сборка, сварка	упаковка от сварочной проволоки, бумажная, полиэтиленовая; металлолом, преимущественно стальной; бытовой мусор.		Мелкодисперсные частицы; сажа;

Таблица 4.7 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Сварка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Фильтры в системе вентиляции участка задержат мелкодисперсные частицы сажи
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка различных контейнеров, для селективного сбора бытового мусора и производственных отходов, с соответствующими надписями на них.

#### Заключение по разделу

Технология сборки и сварки рамы транспортера сопровождается опасными и вредными производственными факторами. В ходе выполнения данного раздела бакалаврской работы был проведен их анализ.

На основе сделанного анализа деланы выводы о возможности их устранения и уменьшения, которые показали, что применение на участке сварки стандартных средств техники безопасности обеспечит сохранность жизни и здоровья.

Разработка специальных и дополнительных средств защиты не требуется.

## 5 Экономическая эффективность проекта

Базовая технология сварки рам транспортера предусматривает ручную дуговую сварку штучными электродами. Проектный вариант предусматривает применение ручной механизированной сварки в смеси газов проволокой сплошного сечения.

Сравнительный анализ базового и проектного вариантов представлен в таблице 5.1. В ней указаны недостатки базового варианта, и каким образом планируется устранить их в проектном.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Производительность труда низкая из-за низкой скорости сварки, что обусловлено малыми величинами сварочного тока	При механизированной сварке сила тока больше и скорость сварки и производительность выше.
Большой расход электродов из-за огарков	За счет применения проволоки расход присадочного материала сокращается.
Сварщик контролирует длину дуги, подачу электрода, требуется квалифицированный рабочий.	Подача присадочного материала (проволока) механизирована, сварку успешно выполнит рабочий меньшего разряда, за счет чего экономим фонд оплаты труда.

### 5.1 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Исходные данные, необходимые для выполнения расчетов экономического обоснования занесены в таблицу 5.2.



Таблица 5.2 – Исходные данные для экономического расчета

№ п/п	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Варианты	
				Баз.	Проект.
1	2	3	4	5	6
1	Программа годовая	Нпр	шт	500	500
2	Цена присадочного материала	Цэл	Руб/кг	54	71
3	Коэф. транспортно-заготовительных расходов	Ктз	-	1,05	1,05
4	Часовая тарифная ставка	Сч	Руб/час	74,89	53,16
5	Коэф. доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,88	1,88
6	Отчисления на дополнительную заработную плату	-	%	12	12
7	Отчисления на социальные нужды	-	%	36,5	36,5
8	Цена оборудования	Цоб	Руб	15000	4200 0
9	Амортизационные отчисления на оборудование	На	%	18	18
10	Мощность установки	Му	кВт	3,64	4,4
11	Коэф. Полезного действия установки	КПД	-	0,7	0,78
12	Стоимость электроэнергии	Цээ	Руб/кВт	1,79	1,79
13	Удельный расход защитного газа	Узг	М <sup>3</sup> /час	-	50
14	Стоимость защитного газа	Цзг	Руб/м <sup>3</sup>	-	50
15	Стоимость аренды площади	Сэкспл	Руб/м <sup>2</sup>	1800	1800
16	Площадь занимаемая оборудованием	S	М <sup>2</sup>	8	11
17	Затраты на монтаж (демонтаж оборудования)	-	%	2	2
18	Нормативный коэф. экономической эффективности дополн. капит. вложений	Ен	-	0,33	0,33

Продолжение таблицы 5.2.

1	2	3	4	5	6
19	Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м <sup>2</sup>	3000	3000
20	Коэф. Цеховых расходов	Кцех		2,50	2,50
21	Коэф. Заводских расходов	Кзав		2,15	2,15
22	Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	2	2

5.2 Определение норм штучного времени на изменившиеся операции технологического процесса

Для определения штучного времени воспользуемся формулой:

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_o + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (5.1)$$

где  $t_{n-з}$  – подготовительно-заключительное время,  $t_{n-з} = 0,05\%$  от  $t_o$

$t_o = t_m$  – основное (машинное) время.

$t_в$  – вспомогательное время  $t_в = 10\%$  от  $t_o$ .

$t_{отл}$  – время на отдых и личные надобности  $t_{отл} = 5\%$  от  $t_o$ ;

$t_{обсл}$  – время на обслуживание рабочего места  $t_{обсл} = 8\%$  от  $t_o$ ;

$t_{н.п}$  – время неустраняемых перерывов, предусмотренных технологическим процессом, в картах технологического процесса заложено  $1\%$  от  $t_o$ .

Машинное время принимаем согласно данным карт технологического процесса:

$$t_{об} = 10,7 \text{ мин.}$$

$$t_{оп} = 7,6 \text{ мин.}$$

Штучное время, базовый вариант

$$t_{штб} = 0,053 + 10,7 + 1,07 + 0,53 + 0,856 + 0,107 = 13,26 \text{ мин.} = 0,221 \text{ час.}$$

Штучное время, проектный вариант

$$t_{штпр} = 0,06 + 7,6 + 0,76 + 0,38 + 0,608 + 0,076 = 9,576 \text{ мин.} = 0,1596 \text{ час}$$

### 5.3 Капитальные вложения в оборудование

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (5.3)$$

где:  $K_{пр}$  – прямые капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{соп}$  – сопутствующие капитальные вложения в оборудование, руб.

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам:

$$K_{пр} = \sum Ц_{об} * k_з \quad (5.4)$$

где  $\sum Ц_{об}$  – суммарная цена оборудования, руб.;

$k_з$  – коэффициент загрузки оборудования.

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий рассчитывается по формуле:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5.5)$$

где:  $N_{пр}$  – программа выпуска изделий, шт.;

$t_{шт}$  – штучное время на изготовление одного изделия, мин.;

$\Phi_{эф}$  – эффективный фонд времени работы сварочного оборудования, час.

Для выполнения принятой  $N_{пр}$  принимаем целое число единиц оборудования ( $n_{об.прин}$ ).

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитаем по формуле:

$$k_з = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.6)$$

Фонд времени работы сварочного оборудования определим:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п}) \quad (5.7)$$

где:  $D_k$  – количество календарных дней в году;

$D_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$D_{пр}$  – количество праздничных дней в году;

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, час;

$S$  – количество рабочих смен;

$k_{р.п}$  – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{эф.} = (365 - 110 - 14) * 8 * 1 * (1 - 0,06) = 1812 \text{ час.}$$

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{500 * 13,26}{1812 * 60} = 0,06 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетн.пр} = \frac{500 * 9,57}{1812 * 60} = 0,04 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

$$k_{зпр} = \frac{0,12}{1} = 0,04$$

$$K_{прб} = 15000 * 0,06 = 900 \text{ руб.}$$

$$K_{прпр} = 42000 * 0,04 = 1680 \text{ руб.}$$

Сопутствующие капитальные вложения рассчитываются только для проектного варианта:

$$K_{соп} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} \quad (5.8)$$

$K_{монт}$  – затраты на монтаж нового оборудования;

$K_{дем}$  – затраты на демонтаж старого оборудования;

$K_{площ}$  – затраты на производственные площади под новое оборудование.

$$K_{монт} = \sum \Pi_{об} * k_{монт} \quad (5.9)$$

где:  $k_{\text{монт}}$  – коэффициент монтажа оборудования = 0,2.

$$K_{\text{монт}} = 42000 * 0,2 = 8400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дем}} = \sum C_{\text{об}} * k_{\text{дем}} \quad (5.10)$$

где:  $k_{\text{дем}}$  – коэффициент демонтажа оборудования = 0,2.

$$K_{\text{дем}} = 15000 * 0,2 = 3000 \text{ руб.}$$

Затраты на площадь под новое оборудование:

$$K_{\text{плоч}} = S_{\text{плоч}} * C_{\text{плоч}} * g * k_3 \quad (5.11)$$

где:  $g$  – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3.

$$K_{\text{плоч}} = 3 * 3000 * 3 * 0,12 = 5400 \text{ руб}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{БАЗ}} = K_{\text{пр}} = 5400 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{общ}}^{\text{ПП}} = 1680 + 8400 + 3000 + 5400 = 18480 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} \quad (5.12)$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{БАЗ}} = 900/500 = 1,8 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{уд}}^{\text{ПП}} = 18480/500 = 36,96 \text{ руб.}$$

#### 5.4 Расчет технологической, цеховой, заводской себестоимости базового и проектного вариантов.

Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на сварочные материалы

Базовый вариант, ручная дуговая сварка

$$ЗМ_{\text{СВПР}} = ЗМ_{\text{ЭЛ}} \quad (5.13)$$

$$ЗМ_{\text{ЭЛ}} = N_{\text{ЭЛ}} \cdot C_{\text{ЭЛ}} \quad (5.14)$$

где  $C_{\text{ЭЛ}}$  – цена электрода, руб/кг;

$N_{\text{ЭЛ}}$  = норма расхода, кг.

Норма расхода электрода принимается из технологической карты

$$N_{\text{ЭЛ}} = 0,291 \text{ кг}$$

$$ЗМ_{ЭЛБ} = 54 * 0,0,291 = 16,11 \text{ руб.};$$

Проектный вариант

$$ЗМ_{СВПР} = ЗМ_{СВПР} + Ззг \quad (5.18)$$

Затраты на электродную проволоку

$$ЗМ_{СВПР} = Ц_{ПР} * Н_{ПР}; \quad (5.19)$$

где  $Ц_{ПР}$  – цена электродной проволоки, руб/кг;

$Н_{ПР}$  = норма расхода электродной проволоки, кг.

Норма расхода проволоки принимается из технологической карты

$$Н_{ПР} = 0,111 \text{ кг}$$

$$З_{ПР} = 71 * 0,111 = 7,88 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ

$$З_{з.г.} = Ц_{з.г.} * Н_{з.г.} \quad (5.23)$$

где  $Ц_{з.г.}$  – цена защитного газа, руб/литр;

$Н_{рз.г.}$  – норма расхода защитного газа на 1 погонный метр шва, литр.

Норму расхода защитных газов определяем по технологической карте:

$$Н_{з.г.} = 87,14 \text{ литров}$$

$$З_{з.г.} = 0,087 * 50 = 4,35 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы, проектный вариант

$$ЗМ_{пр} = З_{пр} + З_{зг} = 7,88 + 4,35 = 12,23 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию

$$З_{э-э} = \frac{Р_{об} \cdot t_{о}}{КПД} Ц_{э-э} \quad (5.28)$$

где  $Р_{об}$  – полезная мощность оборудования, кВт;

$Ц_{э-э}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час;

КПД – коэффициент полезного действия установки.

Полезную мощность оборудования определим по режимам сварки: сила тока и напряжение.

$$Р_{обб} = 120 * 30 = 3,600 \text{ Вт} = 3,6 \text{ кВт}$$

$$З_{э-э}^Б = \frac{3,6 \cdot 0,19}{0,7} 2,2 = 3,58 \text{ руб.}$$

$$P_{обпр} = 300 \cdot 30 = 9000 \text{ Вт} = 9 \text{ кВт}$$

$$Z_{э-э}^{пр} = \frac{9 \cdot 0,121}{0,75} 2,2 = 3,19 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р} \quad (5.29)$$

где  $A_{об}$  – амортизационные отчисления на оборудование, руб.;

$P_{т.р}$  – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

Амортизация оборудования

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * На_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (5.30)$$

где  $Ц_{об}$  – цена оборудования по базовому и проектному вариантам, руб.;

$На_{об}$  – норма амортизации оборудования, %;

$$A_{об}^Б = \frac{15000 \cdot 13,26 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,35 \text{ руб}$$

$$A_{об}^{пр} = \frac{42000 \cdot 9,57 \cdot 18}{1812 \cdot 100 \cdot 60} = 0,66 \text{ руб}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования:

$$P_{т.р} = \frac{Ц_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} \quad (5.31)$$

где  $H_{т.р}$  – норма отчислений на текущий ремонт оборудования,  $\approx 35\%$ ;

$$P_{т.р}^Б = \frac{15000 * 35 * 0,06}{1812 * 100} = 0,17 \text{ руб.}$$

$$P_{т.р}^{пр} = \frac{42000 * 35 * 0,04}{1812 * 100} = 0,32 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$Z_{об}^Б = 0,35 + 0,17 = 1,14 \text{ руб.}$$

$$З_{ОБ}^{ПР} = 0,66 + 0,32 = 2,53 \text{ руб.}$$

Затраты на производственные площади

$$З_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} * S_{плоч} * На_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} \quad (5.32)$$

где:  $Ц_{плоч}$  – цена 1 м<sup>2</sup> производственной площади, руб.;

$На_{плоч}$  – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{плоч}$  – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м<sup>2</sup>;

$$З_{плоч}^{б} = \frac{3000 * 8 * 2 * 13,26}{1812 * 100 * 60} = 0,06 \text{ руб.}$$

$$З_{плоч}^{пр} = \frac{3000 * 11 * 2 * 9,57}{1812 * 100 * 60} = 0,05 \text{ руб.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы основных рабочих

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (5.33)$$

Затраты на основную заработную плату.

$$ЗПЛ_{осн} = t_{шт} \cdot C_{ч} \cdot k_{зпл} \quad (5.34)$$

где  $C_{ч}$  – часовая тарифная ставка рабочего, руб/час;

$t_{шт}$  – норма штучного времени, час;

$k_{зпл}$  – коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$k_{зпл} = k_{пр} * k_{вн} * k_{у} * k_{нф} * k_{н} \quad (5.35)$$

где  $k_{пр} = 1,25$  – коэффициент премирования;

$k_{вн} = 1,1$  – коэффициент выполнения норм;

$k_{у} = 1,1$  – коэффициент доплат за условия труда;

$k_{нф} = 1,067$  – коэффициент доплат за профессиональное мастерство;

$k_{н} = 1,133$  – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены.



$$k_{\text{ЗПЛ}} = 1,25 * 1,1 * 1,1 * 1,057 * 1,133 = 1,81$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{ОСН}}^{\text{Б}} = 0,221 \cdot 74,89 \cdot 1,81 = 31,17 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{ОСН}}^{\text{ПР}} = 0,159 \cdot 53,16 \cdot 1,81 = 14,43 \text{ руб.}$$

Затраты на дополнительную заработную плату

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}} = \frac{k_{\text{д}}}{100} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{осн}} \quad (5.36)$$

где  $k_{\text{д}}$  – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}}^{\text{Б}} = 31,17 \cdot 10 / 100 = 3,12 \text{ руб.}$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{доп}}^{\text{ПР}} = 14,43 \cdot 10 / 100 = 1,44 \text{ руб.}$$

$$\text{ФЗП}_{\text{Б}} = 31,17 + 3,12 = 34,29 \text{ руб.}$$

$$\text{ФЗП}_{\text{ПР}} = 14,43 + 1,44 = 15,87 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

$$\text{О}_{\text{СН}} = \text{ФЗП} \cdot \text{Н}_{\text{СОЦ}} / 100 \quad (5.37)$$

где  $\text{Н}_{\text{соц}}$  – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, 30 %.

$$\text{О}_{\text{СН}}^{\text{Б}} = 34,29 \cdot 30 / 100 = 10,28 \text{ руб.}$$

$$\text{О}_{\text{СН}}^{\text{ПР}} = 15,87 \cdot 30 / 100 = 4,76 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость

Технологическая себестоимость определяется как сумма всех затрат

$$C_{\text{ТЕХ}} = \text{ЗМ} + \text{З}_{\text{Э-Э}} + \text{З}_{\text{ОБ}} + \text{З}_{\text{ПЛ}} + \text{ФЗП} + \text{О}_{\text{СН}} \quad (5.38)$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{Б}} = 16,11 + 3,58 + 1,14 + 0,06 + 34,92 + 10,28 = 66,24 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХ}}^{\text{ПР}} = 12,23 + 3,19 + 2,53 + 0,05 + 15,87 + 4,76 = 39,52 \text{ руб.}$$

Цеховая себестоимость

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + \text{Р}_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.39)$$

где  $\text{Р}_{\text{цех}}$  – сумма цеховых расходов, руб.

$$P_{\text{ЦЕХ}} = k_{\text{ЦЕХ}} \cdot Z_{\text{ОСН}} \quad (5.40)$$

где  $k_{\text{ЦЕХ}}$  – коэффициент цеховых расходов, 2,5;

$Z_{\text{ОСН}}$  – основная заработная плата рабочих, руб.

$$C_{\text{ЦЕХ}}^B = 66,24 + 31,17 \cdot 2,5 = 66,24 + 77,92 = 142,46 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}}^{ПП} = 39,52 + 14,43 \cdot 2,5 = 39,52 + 36,07 = 75,69 \text{ руб.}$$

Заводская себестоимость

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot Z_{\text{ОСН}} \quad (5.41)$$

где  $P_{\text{ЗАВ}}$  – сумма заводских расходов, руб.

$k_{\text{ЗАВ}}$  – коэффициент общезаводских расходов, 1,8

$$C_{\text{ЗАВ}}^B = 142,46 + 31,17 \cdot 1,8 = 142,46 + 56,10 = 201,12 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ЗАВ}}^{ПП} = 75,69 + 14,43 \cdot 1,8 = 75,69 + 25,97 = 101,28 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Калькуляция себестоимости сварки основания транспортера

№ п/п	Показатели	Условные обозначе- ния	Калькуляция, руб.	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	16,11	12,23
2	Заработная плата	ФЗП	34,29	15,87
3	Социальные нужды	Осн	10,28	4,76
4	Расходы на оборудование	Зоб	1,14	2,53
5	Затраты на производственные площади	Зпл	0,06	0,05
	Себестоимость технологическая	Стех	66,24	39,52
6	Цеховые расходы		77,92	36,07
	Себестоимость цеховая	Сцех	142,46	56,10
7	Заводские расходы		56,10	25,97
	Себестоимость заводская	Сзав	201,12	101,28

## 5.5 Экономическая эффективность проекта

Условно-годовая экономия (ожидаемая прибыль от снижения себестоимости изготовления изделия)

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = (C_{зав}^б - C_{зав}^{np}) \cdot N_{np} \quad (5.42)$$

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = (201,12 - 101,28) \cdot 500 = 49484 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_Г = [(C_{зав}^Б + E_H \cdot K_{уд}^Б) - (C_{зав}^{ПП} + E_H \cdot K_{уд}^{ПП})] \cdot N_{пр} \quad (5.43)$$

$$\mathcal{E}_Г = [(199,66 + 0,33 \cdot 1,8) - (100,67 + 0,33 \cdot 36,96)] \cdot 500 = 43691 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{ПП}}{\mathcal{E}_{уГ}} \quad (5.44)$$

$$T_{ок} = \frac{18480}{49495} = 0,37 \text{ года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{ср} = \frac{1}{T_{ок}} = \frac{1}{0,37} = 2,7 \quad (5.45)$$

Снижение трудоемкости

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штБ} - t_{штПР}}{t_{штБ}} \cdot 100\% \quad (5.46)$$

$$\Delta t_{шт} = \frac{0,2394 - 0,1596}{0,2394} \cdot 100\% = 33,4\%$$

Повышение производительности труда

$$П_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (5.47)$$

$$П_T = \frac{100 \cdot 33,4}{100 - 33,4} = 50,2\%$$

Снижение себестоимости

$$\Delta C = \frac{C_{3AB}^B - C_{3AB}^{PP}}{C_{3AB}^B} \cdot 100\% \quad (5.48)$$

$$\Delta C = \frac{102,69 - 58,34}{102,69} \cdot 100\% = 43\%$$

#### Выводы по экономическому разделу

За счет внедрения оборудования обеспечивающего более высокую скорость сварки произошло снижение трудоемкость в проектном варианте на 46%. Повышение производительности труда составило 84%. Снижение себестоимости заводской составило 43%.

Для внедрения результатов работы потребуются капитальные вложения в размере 18480 руб. Они окупятся, примерно, за 0,5 года. Более производительное оборудование позволит получить годовой экономический эффект в размере 43691 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя анализ конструкции рамы основания транспортера, материала, и базовой технологии изготовления выявили главный недостаток существующей технологии – высокую долю ручных работ при сварке и сборке.

Чтобы устранить недостатки базовой технологии рекомендована технология механизированной сварки проволокой сплошного сечения в газовой смеси и разработка специализированного сборочного приспособления.

Разработана технология механизированной сварки. Подобраны режимы сварки рамной конструкции. Выбрано оборудование. Спроектировано приспособление для сборки основания перед сваркой и фиксации при сварке.

Планируется получение годового экономического эффекта в размере 43691 руб.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
2. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с.
3. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
4. Пейсахов А. М. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для студентов немашиностроит. специальностей вузов / А. М. Пейсахов, А. М. Кучер. -2-е изд. - Санкт-Петербург : Изд-во Михайлова В. А., 2004. - 406 с.
5. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
6. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
7. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
8. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
9. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
10. Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений трубопроводов и аппаратов, работающих под давлением / П. М. Корольков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1987. - 233 с.

11. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.
12. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
13. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
14. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
15. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
16. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник [Текст] / Р. А. Фахрутдинов – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
17. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
18. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
19. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
20. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
21. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
22. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.

23. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Клюев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
24. Александров А.Р. Источники питания для дуговой сварки [Текст] / А.Р. Александров, В.С. Милютин. - М.: Машиностроение, 1982-427 с.
25. Думов С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов [Текст] / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.