



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Оборудование и технология сварочного производства

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РАМЫ КОНВЕЙЕРА СКРЕБКОВОГО С КРЕСТОВОЙ РАЗГРУЗКОЙ**

УДК 621.791:622.671.1

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Митрахович Д.В.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А81  
Руководитель ВКР, к.т.н., доцент

Д.В. Митрахович  
М.А. Кузнецов



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Д.П. Ильященко  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-10А81	Митрахович Дмитрий Викторович

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. №31-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г
--	--------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.000381.166.00.000 СБ Рама 7 листов (7-A2x3).  2. ФЮРА.000001.166.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (A1).  3. ФЮРА.000002.166 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (A1).  4. ФЮРА.000003.166 ЛП План участка 1 лист (A1).  5. ФЮРА.000004.166 ЛП Карта организации труда 1 лист (A1).  6. ФЮРА.000005.166 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (A1).</p>
---	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Кузнецов М.А.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ильященко Д.П.

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

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.04.2023 г.
--	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		24.04.2023 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Митрахович Д.В.		24.04.2023 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Машиностроение  
 ООП Оборудование и технология сварочного производства

Форма представления работы:

<b>ВКР бакалавра</b>
----------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
03.05.2023	Обзор литературы	20
15.05.2023	Объекты и методы исследования	20
22.05.2023	Расчеты и аналитика	20
29.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
01.06.2023	Социальная ответственность	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Митрахович Д.В.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Митрахович Дмитрию Викторовичу

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление</b>	<b>15.03.01 «Машиностроение»</b>
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	15955,02 руб. 1828,7 руб. 6537,26 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ	14040 кг 148,845 кг 39849 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

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

1. Определение капитальных вложений	
2. Расчет составляющих себестоимости	
3. Расчет количества приведенных затрат	

**Перечень графического материала:**

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)
--

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	24.04.2023 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Митрахович Д.В.		

## ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10А81	Митрахович Дмитрий Викторович

<b>Институт</b>	<b>Юргинский технологический институт</b>	<b>Отделение</b>	<b>15.03.01 Машиностроение</b>
Уровень образования	Бакалавриат	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Производится сборка-сварка рамы конвейера. Рама конвейера изготавливается из деталей материалом которых являются стали 14ХГ2САФД, Ст3пс, 09Г2С, 18ХГТ, сталь 20, 20Х, 14Г2АФ и 30ХГСА.</p>
--	---

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

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p>
---	---

<p><b>2. Производственная безопасность:</b> 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul> <p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Лист-плакат Система вентиляции участка</p>

<p><b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b></p>	<p>24.04.2023 г.</p>
---	----------------------

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Солодский С. А.</p>	<p>к.т.н.</p>		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-10А81</p>	<p>Митрахович Д.В.</p>		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 144 с., 6 рис., 31 табл., 76 источников, 4 прил., 12 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ИЗДЕЛИЯ, СПОСОБЫ СВАРКИ, СМЕСЬ ГАЗОВ, ДУГА, ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, КОГДА СВАРОЧНЫЙ ПРОЦЕСС, ШОВ, ИЗДЕЛИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ.

Объектом разработки является технология изготовления рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

Целью работы является разработка технологии изготовления рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

В процессе выполнения работы проводилось изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологических карт, расчет необходимого количества оборудования и численности рабочих.

В результате выполнения работ определены режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приеденных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 4324723,37 руб;
- себестоимость продукции 276131172,43 руб/изд. год.;
- количество приведенных затрат 276779880,93 руб/изд. год.

## ***ABSTRACT***

*Final qualifying work 144 p., 6 drawings, 31 tables, 76 sources, 4 applications, 12 p. graphic material.*

*Key words: WELDED JOINTS, PRODUCTS, WELDING METHODS, GAS MIXTURE, ARC, THERMAL IMPACT, WHEN THE WELDING PROCESS, SEAM, PRODUCT, TECHNOLOGY.*

*The object of development is the manufacturing technology of the frame of the scraper conveyor with cross unloading.*

*The aim of the work is to develop a manufacturing technology for the frame of a scraper conveyor with cross unloading.*

*In the process of performing the work, the components of the product were studied, the steel grade was described, the welding method was selected, the welding modes and welding consumables were determined, operations were standardized, technological maps were drawn up, and the required amount of equipment and the number of workers were calculated.*

*As a result of the work, welding modes were determined, welding equipment was selected, assembly and welding operations were standardized. The cost factor has been calculated.*

*Economic indicators:*

- capital investments 4324723,37 rubles;*
- cost of production 276131172,43 rubles / ed. year;*
- the number of reduced costs 276779880,93 rubles / ed. year.*

## Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	20
1.1 Современные способы импульсно-дуговой сварки	20
1.1.1 Сварка модулированным током	20
1.1.2 Сварка пульсирующей дугой	21
1.1.3 Импульсная подача сварочной проволоки	22
1.1.4 Импульсно-дуговая сварка	25
1.1.5 Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями	26
1.1.6 Современные способы импульсно-дуговой сварки, разработанные за рубежом	28
1.1.7 Применение однофазного выпрямителя для современных импульсных технологий дуговой сварки	29
1.2 Заключение	31
2 Объект и методы исследования	32
2.1 Описание сварной конструкции	32
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	32
2.2.1 Требования к подготовке кромок	32
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	33
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	33
2.2.4 Требования к сварке	34
2.2.5 Требования к контролю	36
2.3 Методы и средства проектирования	38
2.4 Постановка задачи	38
3 Разработка технологического процесса	40
3.1 Анализ исходных данных	40

3.1.1 Основные материалы	40
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	48
3.1.3 Выбор сварочных материалов	49
3.2 Выбор технологических режимов	50
3.3 Выбор основного оборудования	50
3.4 Выбор оснастки	54
3.5 Составление схем узловой и общей сборки	55
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	57
3.7 Разработка технологической документации	61
3.8 Техническое нормирование операций	63
3.9 Материальное нормирование	69
3.9.1 Расход металла	69
3.9.2 Расход сварочной проволоки	70
3.9.3 Расход защитного газа	71
3.9.4 Расход электроэнергии	72
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	73
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	73
4.2 Расчёт элементов приспособления	74
4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление	75
5 Проектирование участка сборки сварки	78
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	78
5.2 Расчёт основных элементов производства	78
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	79
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	80
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	81
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	83
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	83
6.2 Экономический анализ техпроцесса	83
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	84

6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	84
6.2.1.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	86
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	86
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	87
6.2.2.2	Определение затрат на вспомогательные материалы	89
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	89
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	90
6.2.2.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	91
6.2.2.6	Затраты на амортизацию приспособлений	92
6.2.2.7	Определение затрат на содержание помещения	92
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	93
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	94
7	Социальная ответственность	96
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	97
7.1.1	Законодательные и нормативные документы	98
7.2	Производственная безопасность	101
7.2.1	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	101
7.2.2	Обеспечение требуемого освещения на участке	107
7.2.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	108
7.2.4	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	110
7.3	Экологическая безопасность	111
7.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	113
	Заключение	114
	Библиография	115
	Приложение А (Спецификация Рама)	123
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	125

Приложение В (Технологический процесс)	127
CD-R	в конверте на обороте обложки
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.000381.166.00.000 СБ Рама. Сборочный чертеж	Формат 7-А2х3
ФЮРА.000001.166.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000002.166 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000003.166 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.166 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1
ФЮРА.000005.166 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1

## Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

УСП – универсально-сборные приспособления;

ПТД – проектно-технологическая документация;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

КПД – коэффициент полезного действия;

СТК – служба технического контроля;

НТД – нормативно-техническая документация;

ПТД – производственно-техническая документация;

ИТР – инженерно-технические работники;

МОП – младший обслуживающий персонал;

ОСТ 12.44.107-79 – Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению;

СТО 9701105632-003-2021 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю;

ТУ 14-1-4632-93 – Прокат листовой и полосовой термообработанный повышенного качества;

СНиП 3.03.01-87 – Несущие и ограждающие конструкции;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;

ГОСТ 380-2005 – Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки;

ГОСТ 19281-2014 – Прокат повышенной прочности. Общие технические условия;

ГОСТ 1050-88 – Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия;

ГОСТ 4543-81 – Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия;

ГОСТ 11268-76 – Прокат тонколистовой специального назначения из конструкционной легированной высококачественной стали. Технические условия;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;

ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;

ГОСТ 3242-69 – Соединения сварные. Методы контроля качества;

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 – Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением;

ГОСТ 8.051-81 – Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм;

ГОСТ 6996-66 – Сварные соединения. Методы определения механических свойств;

ГОСТ 3.1705-81 – Правила записи операций и переходов. Сварка;

ГОСТ 3.1703-79 – Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы;

ГОСТ 7798-70 – Болты с шестигранной головкой класса точности В;

ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы»;

ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».

## **Введение**

Добыча угля – одна из древнейших отраслей горной промышленности. Прimitивная добыча велась уже в Древнем Китае и античной Греции, где он использовался в качестве топлива [1].

С *XVII–XVIII* веков облик угольной отрасли стал качественно изменяться. Если ранее добыча угля осуществлялась исключительно с применением ручного труда и силы животных (например, для транспортировки угля и водоотвода), то в этот период появляются новые технологии (применение паровых машин для откачки воды и подъема угля, появление новых способов проходки стволов шахт, отбойка твердых пород порохом [2]).

Первые попытки механизации технологических процессов за рамками паровых машин относятся к середине *XIX* века. В этот период были созданы первые врубовые машины, среди которых наиболее перспективными оказались цепные, применявшиеся вплоть до начала *XX* века. Другим важным нововведением в области добычи угля было применение качающихся, скребковых и ленточных конвейеров. Особое практическое значение это изобретение приобрело к концу *XIX* – началу *XX* веков в связи с эксплуатацией маломощных пластов, разработка которых невозможна с использованием вагонеток [3].

Совершенствование инструментов, применявшихся для добычи угля, особенно быстро происходило после появления электропривода, что позволило решить проблему механизированной откатки под землей. Впоследствии электроприводом стали оснащаться комбайны для выемки угля, транспортные средства, подъемные устройства, системы вентиляции и водоотлива шахт [3].

В настоящее время добыча угля осуществляется подземным (шахтным) или открытым (на карьерах) способом, в зависимости от глубины залегания

породы (в отдельных случаях возможна комбинированная разработка месторождений).

Основными технологическими этапами добычи угля подземным способом являются проведение горных выработок и разрушение горной породы, подъемно-транспортные работы, транспортировка и складирование угля [1].

Изготовление рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой, которая является частью горно-добывающего оборудования, является актуальной задачей.

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Объектом разработки является технология изготовления рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

## **1 Обзор и анализ литературы**

Управление сварочной дугой и ее свойствами необходимо для повышения стабильности горения дуги и получения направленного переноса электродного металла в сварочную ванну, что особенно актуально при сварке в положениях, отличных от нижнего, а также воздействия на процессы, протекающие в сварочной ванне в околошовной зоне (управление первичной кристаллизацией металла шва и термическим циклом в околошовной зоне).

Импульсные процессы при сварке можно разделить на [4]:

- сварку модулированным током;
- импульсно-дуговую сварку;
- сварка пульсирующей дугой;
- импульсная подача проволоки.

### **1.1 Современные способы импульсно-дуговой сварки**

#### **1.1.1 Сварка модулированным током**

С целью удержания сварочной ванны в пространственных положениях отличных от нижнего сварочного тока необходимо снизить, а для обеспечения требуемых сварочно-технологических свойств электрода ток должен быть значительно больше величины, обеспечивающей удержание сварочной ванны. Сварщик решает эту задачу, выполняя электродом различные манипуляции, вплоть до обрыва дуги, что приводит к образованию дефектов, как при сварке корня шва, так и заполняющих слоев.

Выполнение указанных противоречивых требований возможно методами импульсной модуляции сварочного тока (рисунок 1.1). По сравнению со сваркой стационарной дугой, сварка модулированным током имеет ряд основных преимуществ. Это улучшение формирования шва во всех

пространственных 2 положениях, повышение механических свойств, сварных соединений, улучшение дегазации сварочной ванны, снижение сварочных деформаций и др. [5].

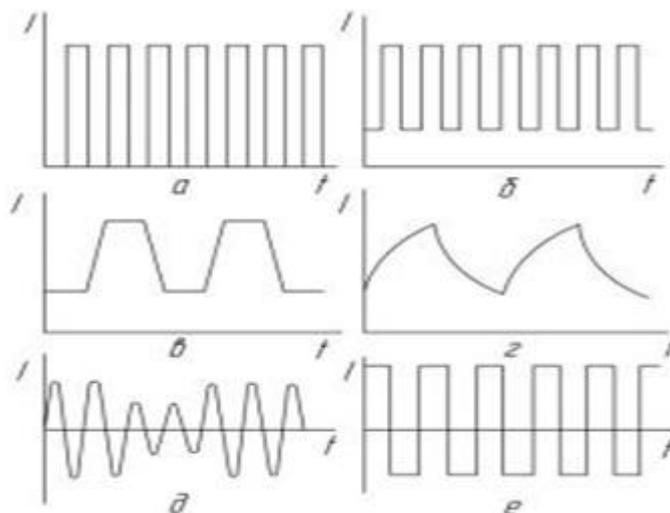


Рисунок 1.1 – Циклограммы процессов сварки модулированным током [6]:  
а, б, в, г) низкая частота следования импульсов с изменением скорости подачи;  
д) изменение амплитуды при модулировании переменного тока; е) сварка  
разно полярными импульсами

Дополнительные импульсы, протекающие в интервале основной паузы, обеспечивают технологическую устойчивость процесса сварки модулированным током. Их длительность и частота влияют на равномерное плавление покрытого электрода без образования «козырька», а также при сварке корневых швов и изделий малой толщины – на поддержание существования «замочной скважины» [7].

### 1.1.2 Сварка пульсирующей дугой

Сварка пульсирующей дугой представляет собой специализированный процесс сварки со струйным переносом металла. При горении пульсирующей

дуги в инертных газах может наблюдаться очень мелкокапельный перенос электродного металла. Название "струйный" он получил потому, что при его наблюдении невооруженным глазом создается впечатление, что расплавленный металл стекает в сварочную ванну с торца электрода непрерывной струей. Изменение характера переноса электродного металла с капельного на струйный происходит при увеличении сварочного тока до «критического» для данного диаметра электрода или же при подаче импульсного напряжения.

Сварка пульсирующей дугой может применяться и в сварке вольфрамовой дугой (*TIG*). Контур шва и глубина провара отлаживаются при этом процессе очень хорошо. Импульсы высокого напряжения быстро обеспечивают глубину расплавления основного металла, но не вызывают интенсивного разогрева материала. Фоновый ток при этом поддерживает нужное состояние дуги между импульсами. По сравнению с постоянной дугой пульсирующая усиливает проникновение, не повышая температуру соединения. Однако, надо заметить, что скорость сварки при этом падает на 20-40%.

Пульсирующая дуга может быть настроена от 1 до 100 импульсов в секунду, а на некоторых типах оборудования даже до 1000 импульсов [8].

### **1.1.3 Импульсная подача сварочной проволоки**

Генерирование импульсов подачи основывается на 2-х основных способах ее получения: за счет применения специальных электродвигателей в механизме подачи электродной проволоки и при использовании механических модуляторов различных конструкций.

Объяснить увеличение коэффициента наплавки при импульсной подаче электродной проволоки можно следующими причинами [9]:

- управляемым процессом образования капли электродного металла,

не позволяющим расходовать лишнюю энергию на ее перегрев;

- отсутствием больших значений токов короткого замыкания, обычно характерных для процесса сварки с короткими замыканиями;

- увеличение тока в импульсе подачи способствует росту коэффициента плавления, при этом фактически импульсный ток не превышает 30-35% времени цикла образования и переноса капли, отсюда и рост коэффициента плавления по сравнению со средним значением тока при постоянной скорости подачи.

Исходя из особенностей сварки с импульсной подачей электродной проволоки один цикл капли переноса протекает в четыре этапа (рисунок 1.2) [10]:

- формирование капли за счет плавления электродной проволоки;

- движение электродной проволоки: под действием упругих сил за счет использования механизма импульсной подачи происходит перемещение электродной проволоки с находящейся на ее торце жидкой каплей в направлении металлической ванны;

- торможение капли: происходит торможение подачи сварочной проволоки в результате достижения штоком конца угла опускания. При этом в силу определенной инерционности жидкого металла капля, находящаяся на торце электрода, продолжает движение;

- короткое замыкание: происходит соприкосновение жидкой капли, находящейся на торце электрода и металлической ванны, образования перемычки и переход металла капли в сварочную ванну.

В работе [12] была разработана математическая модель для определения параметров импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке и наплавке.

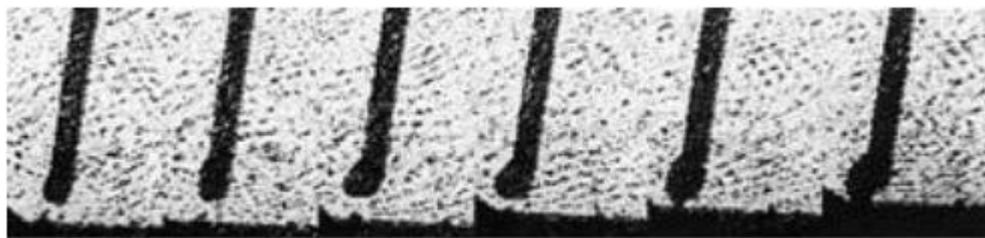


Рисунок 1.2 – Видеокадры процесса образования капли электродного металла при сварке проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в  $CO_2$  с импульсной подачей с частотой 30 с<sup>-1</sup>: а – е –  $t_{\text{ф}}$  равно 0,001, 0,004, 0,008, 0,012, 0,016 и 0,020 с соответственно [11]

Авторы в работе [13] рассмотрели возможность применения сварки с импульсной подачей сварочной проволоки при ремонте крупногабаритных деталей. Достигается большая энергосберегающая выгода и также упрощается конструкция, в сравнении с полуавтоматами с автоматической подачей самозащитной проволоки больших диаметров.

В процессе сварки тонколистового металла возникает проблема его коробления. Эта проблема актуальна и часто возникает, например, при ремонтной сварке кузовов автомобилей, сварке различных емкостей для пищевой промышленности и др. Было исследовано влияние импульсной подачи и ее параметров на возможность снижения коробления тонколистового металла в результате термического воздействия дуги на образцах толщиной 1,0 и 2,0 мм. Следует отметить, что коробление при импульсной подаче заметно ниже, чем при сварке с непрерывной подачей электродной проволоки [14].

Применение новых регулируемых механизмов импульсной подачи электродной проволоки при дуговой механизированной сварке сплавов алюминия позволило существенно улучшить формирование металла шва и его структуру и снизить потери электродного металла. Улучшение электропроводных свойств алюминиевого сварного соединения при механизированной сварке может быть достигнуто в том числе и при

использовании импульсной подачи электродной проволоки с управляемыми параметрами. При этом обеспечивается качественное выполнение сварного соединения, влияющее на электротехнические свойства токоведущих шин [15].

Одним из путей повышения эффективности применения сварки с импульсной подачей сварочной проволоки является использование смеси  $Ar+CO_2$ . Это позволяет обеспечить лучшее формирование шва и уменьшить разбрызгивание электродного металла, чем при сварке в чистом углекислом газе. Сварка в смеси газов с использованием устройства импульсной подачи сварочной проволоки позволяет существенно снизить потери металла на угар и разбрызгивание [16].

#### **1.1.4 Импульсно-дуговая сварка**

В настоящее время появляются новые способы импульсно-дуговой сварки. Это, к примеру, импульсно-дуговая сварка с подогревом электродной проволоки, двухдуговая импульсная сварка, импульсная сварка с увеличенным вылетом электродной проволоки, технологии *SpeedPulse*, *STT*, *ForceArc*, *ColdArc*. С целью повышения эффективности сварки плавящимся электродом в среде инертных газов применяют предварительный подогрев сварочной проволоки проходящим током и импульсно-дуговую сварку. Полуавтоматическая импульсно-дуговая сварка титановых сплавов обеспечивает повышение производительности сварочных работ в 2-3 раза при снижении погонной энергии сварки в 2-2,5 раза [17].

### 1.1.5 Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями

Современные сварные конструкции требуют высоких показателей качества. И импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества. Они позволяют снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую механическую обработку. Сниженное тепловложение позволяет вести сварку без прожогов, а также в положениях, отличных от нижнего.

Сейчас многие производители сварочного оборудования предлагают процесс сжатой, короткой дуги.

Форсированная дуга имеет ряд преимуществ перед дугой со струйным переносом:

- глубокое проплавление благодаря увеличенному давлению дуги на ванну жидкого металла;
- отсутствие подрезов благодаря короткой дуге;
- высокая производительность, обусловленная более высокой скорости сварочного процесса и увеличению коэффициенту наплавки (уменьшение числа проходов);
- уменьшение необходимой ширины разделки.

Процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку. Функция *SpeedArc* в отличие от стандартной струйной дуги поддерживает уверенный струйный процесс переноса металла более короткой дугой. Дуга становится более сфокусированной, очень устойчивой. Благодаря высокому плазменному давлению в дуге обеспечивается более глубокое проплавление. При этом снижается тепловложение в основной металл и снижается вероятность возникновения таких дефектов, как подрезы [18].

Осциллограммы процесса *SpeedArc* компании *Lorch* были проанализированы в сравнении с осциллограммами процесса *RapidArc* от компании *LincolnElectric* (рисунок 1.3) [19].

Как видно из осциллограммы по напряжению, сварка в обоих случаях ведется с коротким замыканием. В момент короткого замыкания идет снижение тока до базового значения, или даже ниже его. Это обеспечивает перенос металла без разбрызгиваний, которые происходят из-за “взрыва” переключки в связи с увеличением силы тока.

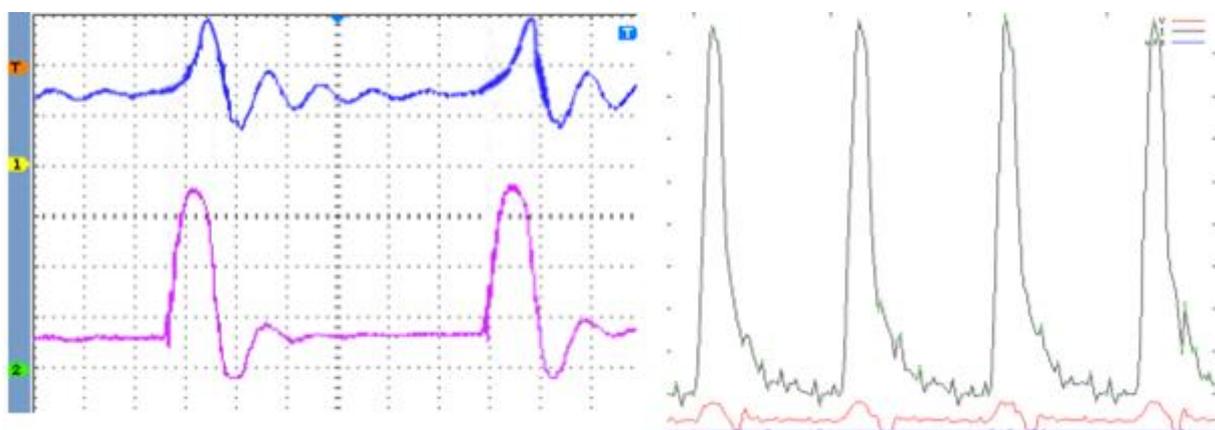


Рисунок 1.3 – Осциллограммы по току и напряжению процессов *SpeedArc* (слева) и (справа) *RapidArc* [19]

Сравним теперь макрошлифы соединений. Как мы видим, в обоих случаях наблюдается глубокое проплавление, достаточно узкое. Отсутствуют подрезы.

Процесс короткой сфокусированной дугой с короткими замыканиями позволяют добиться сниженного разбрызгивания, глубокого проплавления и увеличения скорости сварки без потери качества сварных соединений.

Область применения процесса сварки короткой дугой с короткими замыканиями [20]:

- сварка толстолистного металла;
- сварка корневых швов;

- сварка в узкую разделку;
- сварка легированных сталей и сплавов.

### **1.1.6 Современные способы импульсно-дуговой сварки, разработанные за рубежом**

В работе [21] описаны импульсные способы сварки «холодной дугой». В процессе *coldArc*, предложенной компанией *Fronius*, целью является достижение низкоэнергетического процесса без механического вмешательства в процесс подачи, где все изменения происходят только в источнике питания. В процессе используется цифровой процессор обработки сигнала, который снижает мощность в момент повторного зажигания дуги после короткого замыкания, вследствие чего зажигание дуги проходит мягче, что очень важно при сварке тонколистового металла. После зажигания дуги ток повышается для образования капли на торце электрода, после чего снова происходит его снижение, и плавление электрода уменьшается, пока снова не произойдет короткое замыкание.

Область применения процесса *coldArc*:

- сварка тонколистового металла, толщиной от 0,3 мм;
- высокотемпературная пайка;
- сварка различных металлов и сплавов (алюминий-сталь, марганец-сталь);
- сварка сплавов магния.

Еще одним процессом импульсно-дуговой сварки с короткими замыканиями является *STT* (*Surface Tension Transfer, Lincoln*) – перенос за счет сил поверхностного натяжения. В оборудовании отсутствует ручка регулировки напряжения, т.к. процесс сам приспособливает напряжение, и скорость подачи проволоки, не допуская перегрева основного металла.

Процесс *STT* можно разделить на следующие фазы:

- 1) Образование капли расплавленного металла.
- 2) Короткое замыкание, в момент которого происходит снижение силы тока.
- 3) Повышение силы тока и отслеживание момента разрыва перемычки, для снижения силы тока в этот момент.
- 4) Восстановление сварочной дуги.
- 5) После повторного зажигания дуги происходит возрастание сварочного тока и образование новой капли.

Разница между процессами *STT* и *ColdArc* практически отсутствует, это видно исходя из осциллограмм и сущности самих процессов.

В статье [22] показаны области применения данных процессов. В статье также указывается, что эти процессы более затратны, чем традиционная *MAG* сварка, поэтому их целесообразно применять в производстве, где требуется высокое качество, которое не может обеспечить *MAG* сварка [23].

### **1.1.7 Применение однофазного выпрямителя для современных импульсных технологий дуговой сварки**

В современных технологических процессах дуговой сварки все более широко используются импульсные технологии. Абсолютное большинство современных импульсных процессов разработано для механизированной сварки в среде защитных газов при использовании инверторных источников питания. Наиболее значительные успехи достигнуты при разработке процессов сварки короткой «холодной дугой», когда для снижения тепловложения в свариваемый металл тонкостенной конструкции сварочный ток в перерывах между короткими замыканиями снижается до низких значений, а перенос капли электродного металла осуществляется после короткого замыкания при минимальном токе [24, 25] (рисунок 1.4). При этом величина тока короткого замыкания также ограничивается.

В качестве источников питания в этом случае используются специальные модули, включающие в себя инверторный выпрямитель и подающий механизм. Эти модули имеют дополнительные коммутирующие устройства, управляемые с помощью аналоговых или цифровых обратных связей по напряжению межэлектродного промежутка [25].

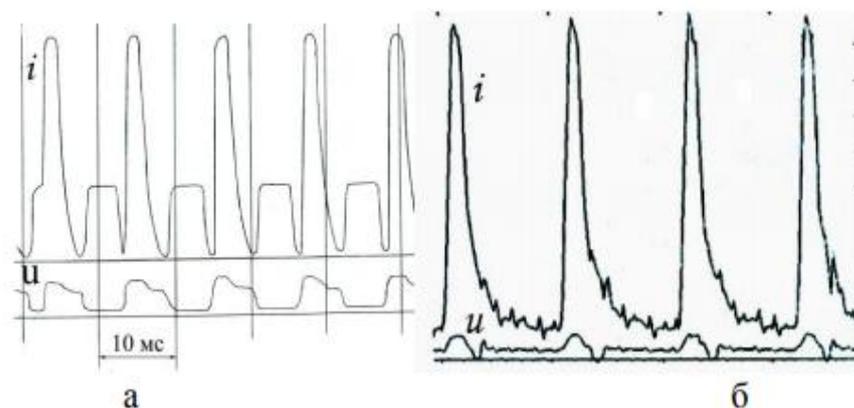


Рисунок 1.4 – Импульсные процессы дуговой сварки в защитных газах, реализуемые в инверторных модулях, с переносом электродного металла во время короткого замыкания капель сварочной ванны на спаде тока импульса [25]: а – способ *CMT*; б – способ *RapidArc*

Однако подобные процессы плавления и переноса электродного металла можно получить при использовании пульсирующего тока, например, при использовании более простых и дешевых однофазных выпрямителей с тиристорным управлением. Так применение пульсирующего тока с постоянной частотой при заданной длительности пульсации позволяет снизить тепловложение в свариваемый материал и обеспечить переход капли электродного металла на спаде тока или при минимальном токе без снижения устойчивости горения дуги [26]. Известно также, что пульсирующий ток при ручной дуговой сварке штучным электродом от вентильного генератора при частотах пульсации 150...400 Гц обеспечивает всегда, отрыв капли на спадающей части кривой выпрямленного пульсирующего тока без каких-либо

дополнительных управляющих воздействий. Достоинством сварки пульсирующим током является ограничение интенсивного теплового воздействия временем пульсации, поэтому подбором режима можно добиться переноса капли на спаде тока и получить оптимальные режимы без сложных коммутационных устройств, управляемых при помощи цифровых или ограниченных аналоговых обратных связей.

Необходимым условием получения таких режимов при сварке является то, что пульсация (импульс) при постоянной частоте следования всегда должна совпадать с моментом короткого замыкания. Эту частоту можно определить приближенно прикидочным расчетом. В первом приближении можно считать, что короткое замыкание происходит с постоянной частотой и длительностью. В таком случае процесс сварки короткой дугой можно рассматривать как работу на одну нагрузку двух импульсных источников с разными длительностями импульсов и частотами их следования. Для простоты считаем импульсы прямоугольными. Задача таким образом сводится к тому, чтобы определить вероятность наложения импульсов с малой длительностью и большей частотой на импульсы с большей длительностью и меньшей частотой. Начальный момент включения высокочастотного источника импульсов произвольный [27].

## 1.2 Заключение

Были проанализированы виды импульсной дуговой сварки для дальнейшей работы выбираем механизированную сварку режимом *SpeedArc*, так как процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Изготавливаемое изделие – рама конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначена для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Рама основная конвейера скребкового устанавливается в начале конвейера.

Конструкция изделия представлена на ФЮРА.000381.166.00.000 СБ. Спецификация рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 3000x2034x1124 мм.

Масса, кг: 10800 кг.

В конструкции изделия имеются отверстия, что облегчает строповку изделия при перемещении его с помощью кран-балки.

### **2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции**

Изделие изготавливается согласно ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению».

#### **2.2.1 Требования к подготовке кромок**

Зазоры между деталями и разделка кромок, собранными под сварку, смещения кромок деталей и геометрические размеры сварных швов должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 [28].

Изделия, не принятые техническим контролем, на сборку под сварку не допускаются.

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности должны быть сухими и не иметь сплошной и подповерхностной коррозии, литейного пригара, любых покрытий и загрязнений на ширине, превышающей не менее чем на 10 мм величину катета или ширину сварного шва [28].

### **2.2.2 Требования к сборке сварного соединения**

В серийном и массовом производствах оборка под сварку должна производиться на сборочных плитах, стендах, стеллажах, в кондукторах, переналаживаемой оснастке УСП и других приспособлениях, обеспечивающих требуемое расположение деталей.

Простейшие неотчетственные конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [28].

### **2.2.3 Требования к сварке при прихватке**

Соединение деталей при сборке стальных конструкций следует производить посредством прихваток, которые накладываются в местах расположения швов, и приваркой технологических креплений.

Прихватки, выполненные в случае необходимости вне расположения швов, и технологические крепления после сварки должны удаляться и зачищаться до основного металла, кроме случаев, оговоренных в чертеже.

Размеры сечения прихваток должны составлять 0,7 размеров сечения шва, но не более 6 мм (при последующей сварке прихватки должны быть перекрыты швом). Прихватки с катетом более 6 мм оговариваются в технологической документации.

Прихватки необходимо выполнять теми же материалами, что и сварной шов, по режимам, установленным для сварки.

#### 2.2.4 Требования к сварке

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла [28].

Порядок наложения швов и режимы сварки должны обеспечивать минимальные сварочные напряжения и деформации.

По окончании сварочных работ сварные швы должны быть очищены от шлака и брызг металла.

Сверка стальных конструкций должна производиться лицами, имеющими удостоверение, в квалификация которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха [28].

Предельные отклонения несопрягаемых размеров, получающихся после сварки, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1 [28].

Таблица 2.1 – Предельные отклонения несопрягаемых размеров

Интервал номинальных размеров, мм	Предельные отклонения размеров между поверхностями, ±	
	обработанными резанием	не обработанными резанием
1	2	3
До 180 вкл.	1,5 мм	2,0 мм
Св. 180 до 260 вкл.	1,5 мм	2,5 мм
" 260 " 500 "	2,0 мм	3,0 мм

" 500 " 3150 "	$\frac{JT16}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79	$\frac{JT17}{2}$ по ОСТ 12.44.III-79
----------------	---	---

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
"3150 " 10000"	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75

Примечание. Если требуемую точность конструкции невозможно обеспечить сваркой, то ее следует достигать за счет последующей обработки резанием.

Для предупреждения образования трещин сварку первого корневого слоя многопроходного шва соединений с разделкой кромок необходимо выполнять с соблюдением следующих условий:

- сварку производить на пониженном режиме (в соответствии с данными табл. 13 и 16 рекомендуемого приложения 5) [29];
- при сварке проволокой диаметрами 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм.

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [28].

Сварные соединения элементов с толщиной стенки более 6 мм подлежат маркировке с указанием шифров клейм сварщиков, позволяющих идентифицировать сварщиков, выполнявших сварку. Необходимость и способ маркировки сварных соединений с толщиной стенки менее 6 мм устанавливаются требованиями ПТД. Способ маркировки должен исключать наклёп, подкалку или недопустимое уменьшение толщины металла и обеспечить сохранность маркировки в течение всего периода эксплуатации технического устройства.

При выполнении сварного соединения несколькими сварщиками на нем должны быть поставлены клейма всех сварщиков, участвовавших в сварке.

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства [30].

### **2.2.5 Требования к контролю**

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: ВИК в объеме 100 %.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [31].

При проведении ВИК освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк. [32, 33].

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стендов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более  $30^{\circ}$  к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [32, 33].

Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей

(сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более  $Rz\ 80$  [32, 33].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения  $\pm 0,1$  мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [31].

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых, согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до минус  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади (см. таблица П14.4 [31]). При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка.

В соединениях, доступных сварке с двух сторон, а также в соединениях на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и

других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

В соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны, суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

### **2.3 Методы и средства проектирования**

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов.

Методы проектирования, применяемые в дипломном проекте:

1. Расчетный метод. Рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция. Расчеты проводились в программе *MathCad 14*.

2. Проектировочный метод. Был спроектирован участок сборки-сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Участок сборки-сварки был вычерчен в программе *Компас 3D V16*.

### **2.4 Постановка задачи**

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных

элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой должно быть технологичным.

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) подобрать сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) необходимо рассчитать состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – рама конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Детали изготовлены из сталей следующих марок: 14ХГ2САФД, СтЗпс, 09Г2С, 18ХГТ, сталь 20, 20Х, 14Г2АФ и 30ХГСА.

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [34]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>Al</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
							Не более			
0,12-0,18	1,4-1,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,01-0,02	0,04-0,08	0,01-0,05	0,05	0,3	0,035	0,02

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [34]

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_6$ , %	KCU <sub>40</sub> МДж/м <sup>2</sup>
490-735	590-835	16	59

14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. Является аналогом шведских марок *HARDOX WELDOX*. Обладает высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению.

Эта сталь применяется для производства платформ большегрузных автосамосвалов, конструкций крепей шахт, несущих конструкций мостов [34].

Химический состав и механические свойства стали СтЗпс приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали СтЗпс в % (ГОСТ 380-2005) [35]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
			Не более						
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	0,05	0,04	0,30	0,30	0,30	0,08	0,01

Таблица 3.4 – Механические свойства стали СтЗпс (ГОСТ 380-2005) [35]

$\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_T$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta_5$ , %
370-480	245	26

Сталь СтЗпс – конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Дополнительные сведения о материале: По ГОСТ 380-2005 сталь СтЗпс соответствует стали для строительных конструкций. Способы сварки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка, электрошлаковая сварка, контактная сварка.

Фасонный и листовой прокат из стали СтЗпс толщиной до 10 мм применяется для изготовления несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках в интервале от -40 до +425 °С.

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 09Г2С в % (ГОСТ 19281-2014) [35]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
		Не более								
0,5-0,8	1,3-1,7	0,12	0,008	0,3	0,3	0,3	0,035	0,03	0,08	0,008

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 09Г2С [35]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_b$ , МПа	$\delta_5$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
265-345	430-490	21	0,59-0,64

09Г2С – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных металлоконструкций, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением [35].

Химический состав и механические свойства стали 18ХГТ приведен в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав стали 18ХГТ в % (ГОСТ 19281-2014) [35]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ti</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>N</i>	<i>Cu</i>
					Не более				
0,17-0,23	0,17-0,37	0,8-1,1	1,0-1,3	0,03-0,09	0,035	0,035	0,3	0,008	0,3

Таблица 3.8 – Механические свойства стали 18ХГТ [35]

$\sigma_t$ , МПа	$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	<i>KCU</i> Дж/см <sup>2</sup>
885	980	9	50	78

18ХГТ – сталь конструкционная легированная. Использование в промышленности: улучшаемые или цементируемые детали ответственного назначения, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины, а также высокая поверхностная твердость, работающие под действием ударных нагрузок.

Химический состав и механические свойства стали 20 приведен в таблицах 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Химический состав стали 20 в % (ГОСТ 1050-88) [35]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,17- 0,24	0,17- 0,37	0,35- 0,65	Не более						
			0,040	0,035	0,30	0,25	0,3	0,08	0,008

Таблица 3.10 – Механические свойства стали 20 [35]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_6$ , %	$\Psi$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
245	410	25	55	-

Сталь 20 – это конструкционная углеродистая качественная сталь, широко применяемая в промышленности. Ее популярность не уступает стали 09Г2С, хотя по техническим и эксплуатационным характеристикам между этими марками существует заметная разница. Сталь 20 применяется главным образом для производства деталей, сварных конструкций, в строительстве, машиностроении, но полный список отраслей ее применения занял бы несколько страниц текста. Практичность стали этой марки позволяет ей занимать одно из лидирующих положений на рынке среди металлов черного проката.

Химический состав и механические свойства стали 20Х приведен в таблицах 3.11 и 3.12.

Таблица 3.11 – Химический состав стали 20Х в % (ГОСТ 4543-81) [35]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>
0,17-0,23	0,17-0,37	0,50-0,80	0,7-1,0	Не более				
				0,3	0,035	0,035	0,3	0,008

Таблица 3.12 – Механические свойства стали 20Х [35]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_6$ , %	$\Psi$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
635	780	11	40	59

20Х – прочная и пластичная сталь, которая служит для создания строительных конструкций и деталей. Сплав легирован хромом, а значит, имеет хорошие показатели жаростойкости. Также хромистая сталь лучше сопротивляется разрушению кислотами и щёлочью.

Главные способы использования: создание цементуемых деталей с высоким запасом твердости поверхности и низкой прочностью сердцевины, служащих при трении на износ – шестерёнки, втулки, гильзы, плунжеры, диски, рычажки и др.

Химический состав и механические свойства стали 14Г2АФ приведен в таблицах 3.13 и 3.14.

Таблица 3.13 – Химический состав стали 14Г2АФ в % (ГОСТ 19281-2014) [35]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>V</i>	<i>N</i>	<i>Ni</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>
0,12-0,18	0,3-0,6	1,2-1,6	0,07-0,12	0,015-0,025	Не более					
					0,3	0,035	0,030	0,4	0,3	0,08

Таблица 3.14 – Механические свойства стали 14Г2АФ [35]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\Psi$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
400	550	20	-	-

14Г2АФ – конструкционная низколегированная марганцово-ванадиевая с азотом сталь для сварных конструкций.

Нашла свое применение в производстве для изготовления металлоконструкций при строительстве промышленных зданий и сооружений, производства подкрановых ферм мостовых кранов; фланцев соединений стропильных ферм, обеспечивает класс прочности листового, широкополосного универсального проката и гнутых профилей КП 375 и КП 390 при толщине проката до 50 мм. без применения дополнительной упрочняющей обработки. Нередко низколегированные стали поставляются в горячекатаном состоянии, и нормализация сварных узлов служит одновременно нескольким целям: обеспечению требуемых свойств основного металла, повышению стойкости сварных соединений против хрупкого разрушения и нагреву металла для обработки давлением (например, для калибровки цилиндрических обечаек с продольными швами или штамповки и гибки сварных днищ).

Химический состав и механические свойства стали 30ХГСА приведен в таблицах 3.15 и 3.16.

Таблица 3.15 – Химический состав стали 30ХГСА, % (ГОСТ 11268-76) [35]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0,28-0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	0,3	0,3	Не более	
						0,025	0,025

Таблица 3.16 – Механические свойства стали 30ХГСА [35]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$KCU_{40}$ МДж/м <sup>2</sup>
490	655	16	0,5

Сталь 30ХГСА относится к группе легированных сталей. Марка 30ХГСА от обычных конструкционных сталей отличается повышенным значением прочности и устойчивости к ударным нагрузкам. Сталь сохраняет свои механические характеристики при температуре вплоть до 400 °С.

Особенности проведения сварки заключаются в необходимости прогрева стали до 250 °С, что позволяет снизить вероятность образования трещин. При соблюдении данных условий сварные швы способны выдерживать нагрузку от 300 до 490 МПа в зависимости от типа нагрузки.

При выборе материала ключевой критерий – это степень свариваемости. Определение указанного понятия должно основываться на физической природе сварочного процесса и соотношения металлов с данными процессами. Сварочный процесс носит комплексный характер и представляет собой, по сути, несколько процессов, которые осуществляются в одно и то же время; из них ключевыми выступают следующие: тепловое воздействие на металл в зонах вблизи швов; плавление; металлургические процессы; кристаллизация металла на участке сплавления. Свариваемость металлов представляет собой, таким образом, соотношение между указанными процессами и характеристиками металлов. Свариваемость может рассматриваться как с технологической позиции, так и с физической [36].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [37]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [37]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 S + (P/3) + ((Si-0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn-0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr-0,8/10), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент  $C_{\text{экв}}$  больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \cdot 0,02 + (0,035/3) + ((0,4-0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,4-0,8)/8) + (0,1/10) + (0,05-0,8/10) = 0,264\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для СтЗпс:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + 2 \cdot 0,05 + (0,04/3) + ((0,05-0,4)/4) + (0,3/8) + ((0,4-0,8)/8) + (0,3/10) + (0,3-0,8/10) = 0,133\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + 2 \cdot 0,03 + (0,035/3) + ((0,05 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,7 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,3 - 0,8/10) = 0,234\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 18ХГТ:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,17 + 2 \cdot 0,035 + (0,035/3) + ((0,17 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((0,8 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (1 - 0,8/10) = 0,282\%$$

Эквивалентное содержание  $C$  для стали 20 рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,17 + 2 \cdot 0,04 + (0,035/3) + ((0,17 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((0,35 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,25 - 0,8/10) = 0,16\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 20Х:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,17 + 2 \cdot 0,035 + (0,035/3) + ((0,17 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((0,5 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,70 - 0,8/10) = 0,214\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14Г2АФ:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + 2 \cdot 0,035 + (0,03/3) + ((0,3 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,2 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,4 - 0,8/10) = 0,253\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 30ХГСА:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,28 + 2 \cdot 0,025 + (0,025/3) + ((0,9 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((0,8 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,8 - 0,8/10) = 0,531\%$$

Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93 [34]. Сталь СтЗсп – углеродистая ГОСТ 380-2005 [35]. Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 19281-2014 [35].

Сталь 18ХГТ – легированная конструкционная 19281-2014 [35]. Сталь 20Х – конструкционная легированная ГОСТ 4543-81 [35]. Сталь 14Г2АФ – конструкционная низколегированная ГОСТ 19281-2014 [35]. Сталь 20 – относится к конструкционным углеродистым качественным (ГОСТ 1050-88) [35]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [34,38]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

Сталь 30ХГСА является конструкционной легированной ГОСТ 11268-76 [35]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладают удовлетворительной свариваемостью. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка [38].

### **3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки**

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 14ХГ2САФД, СтЗпс, 09Г2С, 18ХГТ, 20, 20Х, 14Г2АФ и 30ХГСА рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, плавящимся электродом в защитном газе, автоматическая дуговая сварка под

флюсом [38]. Так как в изделии нет протяженных швов более метра выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов.

### 3.1.3 Выбор сварочных материалов

Оптимальный выбор сварочной проволоки предусматривает обязательный учёт химического состава свариваемых материалов, к которому должен быть приближен и состав проволоки. Для выполнения сварки в защитной газовой среде представляется оптимальным применение сварочной проволоки Св-08Г2С-О 2246-70 (диаметр – 1,2 мм). Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.17 и 3.18.

Таблица 3.17 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [39]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.18 – Механические свойства металла шва [40]

Марка проволоки	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	KV, Дж	KCU, Дж/см <sup>2</sup>	
			-20 <sup>0</sup> C	-40 <sup>0</sup> C	-60 <sup>0</sup> C
Св-08Г2С-О	510	12	47		43

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175 – M21 – ArC – 20 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010). Смесь газов, по сравнению со сваркой в чистом углекислом газе снижает разбрызгивание расплавленного металла электродной проволоки и достигается лучшее смачивание верхней части шва [41].

### 3.2 Выбор технологических режимов

Сварочный полуавтомат *LORCH MICORMIG PULSE 350* характеризуются наличием цифрового синергетического управления, которое автоматически определяет оптимальные параметры сварки, для этого в него нужно ввести данные о толщине металла, используемом защитном газе и диаметре проволоки [42].

### 3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175 – M21* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 260-280$  А, напряжение сварки  $U=26-28$  [43] обладающий режимом *SpeedArc*. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный полуавтомат *LORCH MICORMIG PULSE 350* с режимом *SpeedArc* [42]. Технические характеристики сварочного полуавтомата *LORCH MICORMIG PULSE 350* показаны в таблице 3.19.

*MicorMIG Pulse* – инверторный сварочный аппарат позволяет производить сварку без брызг благодаря стабильной и очень легко управляемой импульсной сварочной дуге.

Таблица 3.19 – Технические характеристики сварочного полуавтомата *LORCH MICORMIG PULSE 350* [42]

Наименование параметра	Значение
Сварочный ток (MIG/MAG), А	25-350
Сварочный ток при ПВ 100%, А	250
Сварочный ток при ПВ 60%, А	300
ПВ при максимальном токе, %	45
Сетевое напряжение, В	3~400
Допустимый перепад сети, %	±15
Сетевой предохранитель инерционный, А	32
Габаритные размеры источника (Д*Ш*В), мм	880x490x855
Габаритные размеры источника с подающим механизмом (Д*Ш*В), мм	880x490x955
Масса источника, с газовым охлаждением, кг	58
Масса подающего механизма, кг	10,6
Масса блока охлаждения (для аппаратов с водяным охлаждением), кг	13,0

Сварочные полуавтоматы *Lorch MicorMIG* работают по совершенно новой инверторной технологии *Micor*. В сварочном процессе применяется резонанс, благодаря чему сам процесс сварки протекает более ровно, перенос капель металла идет быстрее, практически струйно. За счет этого, увеличивается скорость сварки, улучшается качество сварочного шва - дальнейшая зачистка попросту не требуется. Сварочные полуавтоматы *Micor MIG* не подвержены влиянию колебаний напряжения в сети и сохраняют в себе большой запас мощности.

Технология *Micor* – это принципиально новая система работы инверторных полуавтоматов. Данная технология запатентована немецким

производителем *Lorch*. Сварочные полуавтоматы, работающие с использованием резонанса, имеют ряд технологических преимуществ [42]:

- почти «идеальная» внешняя вольтамперная характеристика источника питания, более эластичная и мягкая дуга благодаря резонансной структуре управления;
- уверенное зажигание и комфортная сварка для всех типов электродов;
- значительно более высокий КПД (более низкое потребление электроэнергии);
- возможность более точного управления переносом капли за счет мгновенной (1,5 МГц) реакции схемы управления на внешние возмущения (дуги), а как следствие – значительное уменьшение разбрызгивания, стабильное горение сварочной дуги во всех пространственных положениях.

Улучшенный внешний вид шва благодаря импульсному процессу без брызг. С профессиональным качеством сваривает материалы любой стандартной толщины. Соединения высочайшего качества между толстыми и тонкими материалами. Практически нет необходимости в доработке благодаря чистому импульсному процессу. Более редкая замена проволоки вследствие избегания переходной сварочной дуги. Быстрая смена подающих роликов без инструмента.

В любое время можно добавить инновационные сварочные процессы *Lorch*. Гибкая концепция допусков к сварочным работам благодаря технологии *NFC*. Простое, интуитивное управление благодаря наглядному меню. Эффективная работа с помощью предустановленных сварочных программ.

Импульсная сварочная дуга.

*MicorMIG Pulse* отличается наилучшими характеристиками сварки в области *MIG-MAG*, как при работе с газовой смесью, так и в  $CO_2$ . Благодаря просто настраиваемому и надёжному импульсному процессу *MicorMIG Pulse* возможно исключить сварку в так называемой "переходной сварочной дуге",

т.е. процесс будет происходить практически без брызг. Так Вы избежите трудозатрат на доработку и потери времени на замену сварочной проволоки.

Увеличение производительности *MicorBoost*.

Благодаря технологии *MicorBoost*, возможно сваривать ещё эффективнее при высоком КПД в диапазоне *MIG-MAG*. Кроме того, имеются более высокие запасы напряжения, необходимые для идеальной *MMA* сварки, включая электроды с целлюлозным покрытием *CEL* и специальные электроды.

Возможность программного обновления.

Ещё никогда не было так просто адаптировать сварочный аппарат к постоянно растущим сварочно-техническим потребностям, высокоэффективным сварочным технологиям и сварочным программам. В любое время Вы можете дополнять систему функциями и программами, упрощающими работу.

Регулировка динамики.

Выберите предпочтительную характеристику сварочной дуги. В зависимости от панели управления Вам будет доступен выбор уровней динамики от "мягкого" до "жёсткого".

Ready for Speed.

Благодаря *Speed* процессам – "*SpeedUp*" и "*SpeedArc*" для *MicorMIG Pulse*, предлагаемым в качестве опции, Вы сможете сваривать ещё эффективнее.

Сертификат *EN 1090*.

Производите сварочные работы в полном соответствии с нормами *EN 1090* благодаря синергической системе управления и автоматической настройке.

Управление заданиями.

Настроенное сварочное задание можно записать на пустую карту NFC с помощью панели управления *ControlPro*, а потом снова запустить его на любом другом аппарате *MicorMIG* (начиная с *BasicPlus*).

PushPull.

При использовании принципа *PushPull* блок подачи проволоки источника сварочного тока для сварки *MIG-MAG* комбинируется с независимой системой на сварочной горелке. Так, с помощью горелки *PushPull* или *NanoFeeder* можно увеличить радиус рабочей зоны.

Идентификация сварщика.

Передача прав настройки и управления максимально упростилась. Благодаря возможности бесконтактной передачи данных с помощью NFC карт идентификация сварщиков на *MicorMIG Pulse* возможна в любое время [42].

### **3.4 Выбор оснастки**

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой необходимо разработать приспособление сборочно-сварочное, с помощью которого можно бы было быстро позиционировать собираемые детали, должна выполняться фиксация деталей, обеспечивать установочный размер  $155\pm 2$  мм. Приспособление сборочно-сварочное будет разработано и рассчитано в главе 4 и его внешний вид будет показан на чертеже ФЮРА.000001.166.00.000 СБ. Спецификация приспособления сборочно-сварочного показана в приложении Б.

### 3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определённой технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям.

Различают процессы узловой и общей сборки. Объектом узловой сборки является сборочная единица – самостоятельная часть машины или устройства, которая выполняет определённую функцию и может транспортироваться либо для установки, либо для реализации.

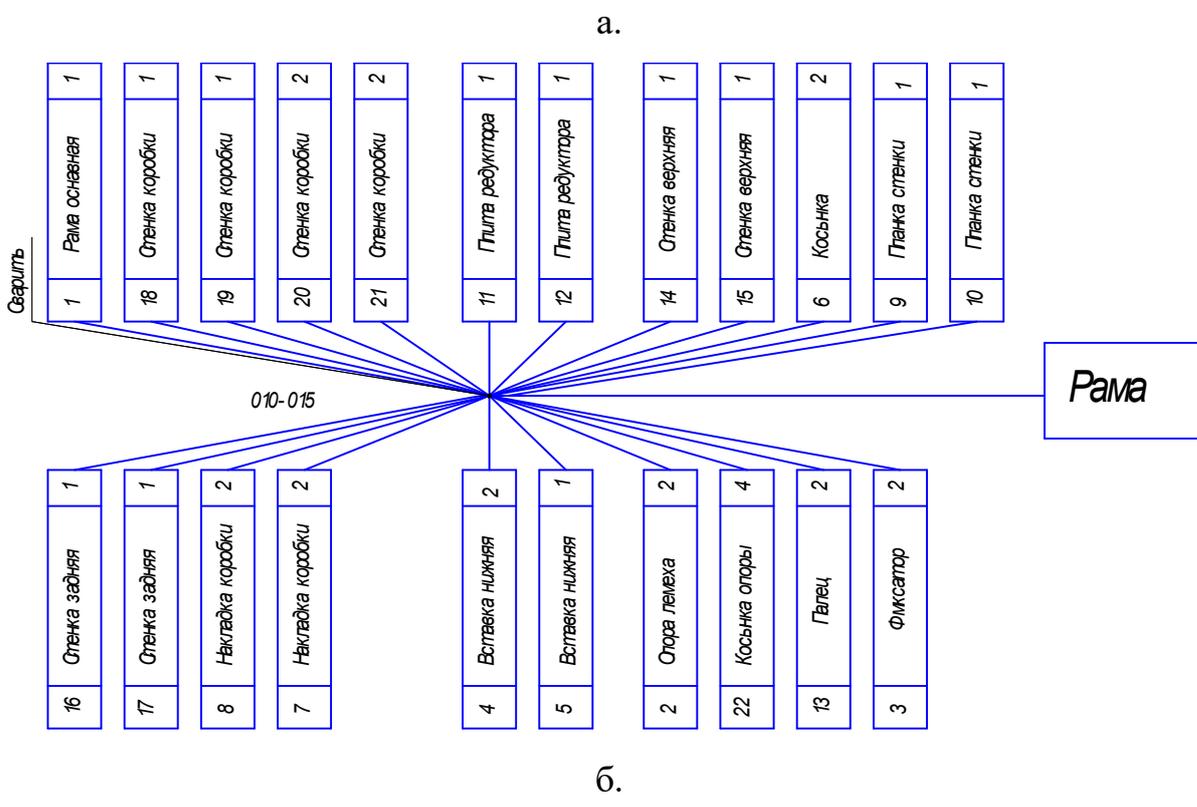
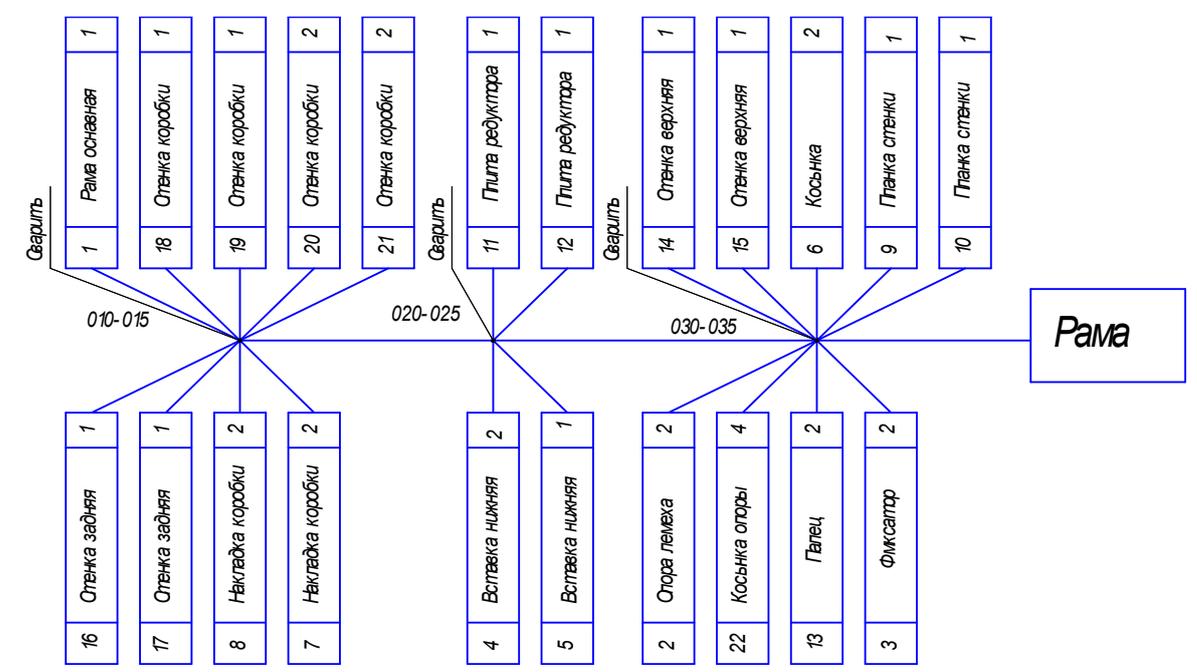
Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

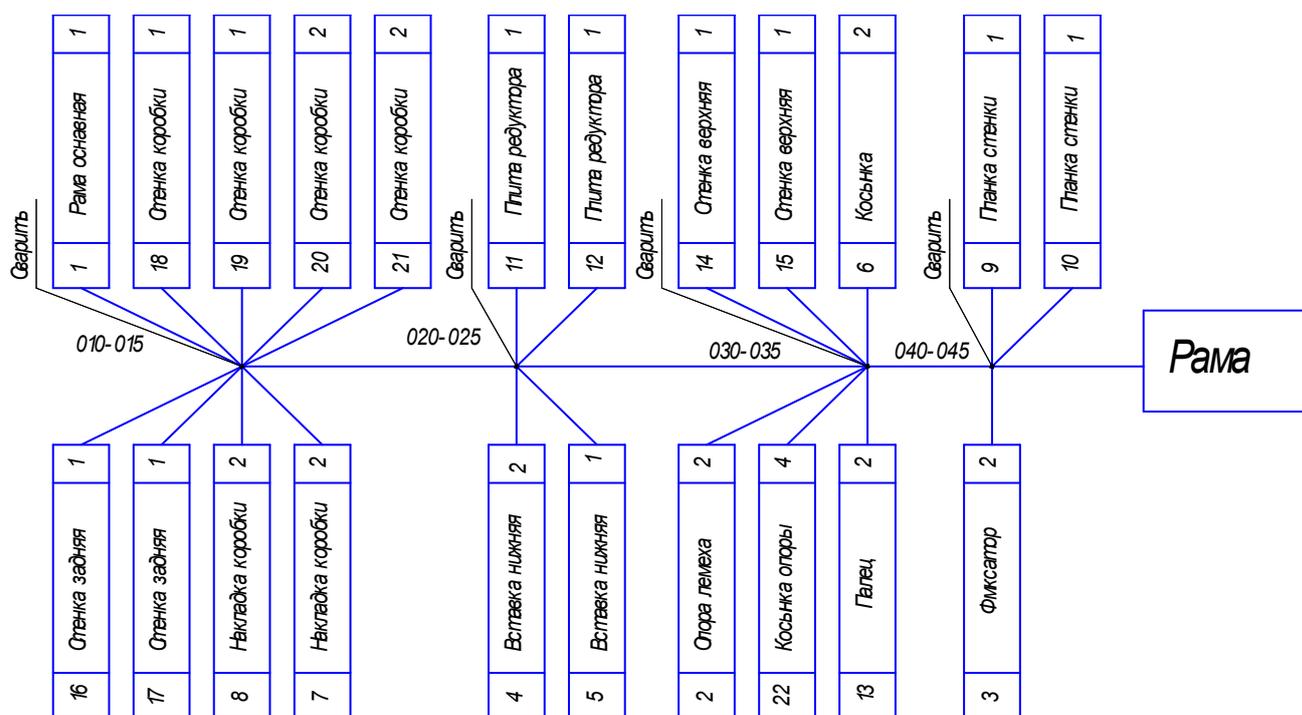
Технологическая схема сборки содержит информацию о комплектующих изделиях или узлах (базовом элементе, сборочных единицах и деталях), последовательности их сборки, а также о методе сборки. Базовый элемент и готовое изделие связывает линия комплектования.

Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки [44].

На рисунке 3.1 показаны варианты технологической схемы изготовления рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.





В.

Рисунок 3.1 – Технологические схемы изготовления рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.1а как наиболее технологичный. Вариант 3б является технологически невозможным, так как будет невозможным установить некоторые детали, так как еще не установлены и не приварены предыдущие. Варианти 3в является более сложным и время затратным, потому что содержит дополнительную операцию.

### 3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [45].

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [45]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется [45]:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль качества швов сварных соединений производится с целью выявления поверхностных, внутренних и сквозных дефектов.

Методы контроля качества швов сварных соединений – по ГОСТ 3242-69.

Контролю внешним осмотром и измерениями подлежат каждый сварной шов [45].

При изготовлении рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой применяется визуальный измерительный контроль сварных швов.

Проведение ВИК измерительного контроля регламентируется: ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм». В них содержатся требования к квалификации персонала, средствам и процессу контроля, а также к способам оценки и регистрации его результатов [46].

По внешнему виду сварной шов должен соответствовать следующим требованиям:

- поверхность шва должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой, высота чешуйчатости не должна быть более 1 мм;
- сварной шов не должен иметь наплывов, незавершенных кратеров, наплавленных кромок, прожогов и трещин.

При этом допускаются [45]:

- подрезы основного металла глубиной не более 0,5 мм при толщине свариваемого металла до 10 мм и глубиной не более 1 мм при толщине металла свыше 10 мм. Подрезы, превышающие указанные выше нормы, допускается исправлять заваркой тонким швом теми же электродами, что в основной шов;
- поверхностные поры, не превышающие 4 шт. на 0,4 м;
- брызги на сварном шве и околошовной зоне в труднодоступных местах, а также на швах, выполненных "под закрытие".

Сварной шов не должен иметь внутренних трещин.

Допускаются следующие внутренние дефекты швов [45]:

- непровары по сечению швов, выполненных двухсторонней или односторонней сваркой на подкладке, глубиной до 5% от толщины металла, но не более 2 мм при длине непровара до 50 мм в общей длине участков не более 200 мм на 1 м шва;

- непровары в корне шва, выполненного односторонней сваркой без подкладки, глубиной до 15% от толщины металла для толщин до 20 мм и не свыше 3 мм при толщине более 20 мм;

- суммарная величина дефектов (непровары, валковые включения в поры), не превышающих в рассматриваемом сечении двухсторонней сварке 10% от толщины свариваемого металла, но не более 2 мм, и при односторонней сварке без подкладки – 15%, но не более 3 мм.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76) [45].

Для визуального и измерительного контроля применяют:

Штангенциркуль 1 кл ШЦ-1-150, лупа измерительная 10х, линейка поверочная, УШС-4, образцы шероховатости  $Rz80$ , люксметр, угольник поверочный.

При необходимости контроля поверхностных дефектов более современными методами на чертеже должен быть указан метод и объём контроля.

Контроль внутренних дефектов должен производиться просвечиванием проникающими излучениями, ультразвуковым, магнитным или другими методами. Необходимость контроля, метод и объём его указываются на чертеже.

Методы контроля механических свойств сварных соединений по ГОСТ 6996-66. Необходимость и объём контроля также следует указывать на чертеже.

Контроль сварных швов, недоступных для осмотра после окончательной сварки конструкции, должен производиться до установки деталей, закрывающих эти швы. Клеймо должно наноситься на поверхности, не закрываемые деталями при последующей сварке.

Недопустимые дефекты сварного шва должны быть удалены обработкой резанием, воздушно-дуговой строжкой или другими способами огневой резки с последующей зачисткой поверхности до чистого металла и заварены.

Не допускается исправление дефектов, замеченных в сварных швах, испытываемых на герметичность.

Исправление дефектов в одном и том же месте допускается не более двух раз. При последующем обнаружении дефектов изделия должны быть разъединены, вновь подготовлены под сварку и сварены; при получении некачественного сварного шва изделия должны быть заменены новыми [45].

### **3.7 Разработка технологической документации**

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [47].

Разработка технологических процессов включает [47]:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты [47]:

- возможная наименьшая трудоёмкость;

- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [47]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки;
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

При заполнении технологических карт необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ 3.1705-81 «Правила записи операций и переходов. Сварка» и ГОСТ 3.1703-79 «Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы».

Изготовление рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой начинается с установки на приспособление сборочно-сварочное рамы основной поз. 1. На раму основную поз. 1 в р-ры:  $1230\pm 2$ ;  $245\pm 2$ ; 85;  $417\pm 1$  устанавливаются стенки коробки поз. 18, поз. 19, поз. 20 (2 шт.) и поз. 21 (2 шт.), стенки задние поз. 16 и поз. 17, по месту накладки поз. 8 (2 шт.); поз. 7 (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей между собой (операции 010-015). Далее устанавливаются по упорам приспособления плиты редуктора поз. 11 и поз. 12, по месту вставки нижние поз. 4 (2 шт.) поз. 5. Выполняется прихватка и сварка деталей между собой (операции 020-025). Затем устанавливаются на упоры стенки верхние. поз. 14 и поз. 15, регулируются р-р  $150\pm 2$ , в р-р  $250\pm 2$  косынки. поз. 6 (2 шт.), по месту планки стенки поз. 9 и поз. 10, в р-р  $602\pm 2$ ;  $220\pm 2$  опоры лемоха поз. 2 (2 шт.), в р-р  $105\pm 2$ ;  $190\pm 2$  косынки опоры поз. 22 (4 шт.), по месту пальцы поз. 13 (2 шт.) и фиксаторы поз. 3 (2 шт.), выдержать р-ры:  $75\pm 2$ ;  $50\pm 2$ . Выполняется прихватка и сварка деталей между собой (операции 030-035). После выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соед. от брызг сварки) и контроль (операции 045-050).

Технологический процесс производства рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой приведен в приложении В.

### 3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [48]:

$$T_{ш} = T_{ншк} L + t_{ви}, \quad (3.2)$$

где,  $T_{\text{Н.Ш-К}}$  – неполное штучно-калькуляционное время;

$L$  – длина сварного шва по чертежу;

$t_{\text{В.И}}$  – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{Н.Ш-К}} = (T_{\text{О}} + t_{\text{В.Ш}}) \left( 1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.3)$$

где,  $T_{\text{О}}$  – основное время сварки;

$t_{\text{В.Ш}}$  – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва;

$a_{\text{обс.}}$ ,  $a_{\text{отл.}}$ ,  $a_{\text{п-з}}$  – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [48].

$$T_{\text{О}} = \frac{F_1 \gamma}{I_1 \alpha} \frac{60}{\alpha} + \frac{F_n \gamma}{I_n \alpha} \frac{60}{\alpha} n, \quad (3.4)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва,  $\text{мм}^2$ ,

$I$  – сила сварочного тока, А;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла,  $\text{г/см}^3$ ;

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент наплавки,  $\text{г}/(\text{А} \times \text{ч})$ .

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

Исходные данные:

- марка стали 14ХГ2САФД и 09Г2С;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70;
- сварной шов тавровый Т1 без разделки кромок, сварной шов нестандартный с разделкой кромок;
- швы по ГОСТ 14771-76 – №2 Т1- $\nabla$ 12, №3 Т1- $\nabla$ 20 и № 11 (нест.);

- длины швов: 600; 2010 и 3460 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла швов

$$F_1 = 96,7 \text{ мм}^2; F_2 = 314 \text{ мм}^2; F_3 = 362 \text{ мм}^2;$$

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет  $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А} \times \text{ч})$  [38].

Время сварки для шва №5 нестандартный:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{38,5 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 7 = 32,64 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

1. (Сб. уз. 1) Масса детали поз. 1  $m_1=8320,536$  кг; установка изделия кран-балкой на приспособление  $t_1= 4,0$  мин.; масса детали поз. 18  $m_2=27,26$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_2=1,6$  мин.; масса детали поз. 19  $m_3=27,26$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_3=1,6$  мин.; масса детали поз. 20 (2 шт.)  $m_4=182,86$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_4=1,8 \cdot 2=3,6$  мин.; масса детали поз. 21 (2 шт.)  $m_5=182,86$  кг; установка детали кран-балкой на приспособление  $t_5=1,8 \cdot 2=3,6$  мин.; масса детали поз. 16  $m_6=17,44$  кг; установка детали вручную на приспособление  $t_6=0,78$  мин.; масса детали поз. 17  $m_7=17,44$  кг; установка детали вручную на приспособление  $t_7=0,78$  мин.; масса детали поз. 8 (2 шт.)  $m_8=8,44$  кг; установка детали вручную на приспособление  $t_8=0,6 \cdot 2=1,2$  мин.; масса детали поз. 7 (2 шт.)  $m_9=9,85$  кг; установка детали вручную на приспособление  $t_9=0,6 \cdot 2=1,2$  мин.

2. Клеймение  $t_1= 0,13$  мин.

$$t_{в.и} = 4+1,6+1,6+3,6+3,6+0,78+0,78+1,2+1,2+0,13=22,49 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Найдем время на прихватку:

$$0,15 \cdot 48=7,2 \text{ мин.}$$

Время на предварительный подогрев:

$$19,2 \text{ мин.}$$

Клеймение:

$$2,1 \text{ мин.}$$

$$t_{в.и} = 7,2 + 19,2 + 2,1 = 28,5 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №2, количество проходов  $n=4$  шт:

$$T_o = \frac{20}{260} \frac{7,85}{15} \frac{60}{15} + \frac{46,1}{280} \frac{7,85}{15} \frac{60}{15} \quad 3 = 17,92 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (17,92 + 0,75) \left( 1 + \frac{27}{100} \right) = 23,72 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №3, количество проходов  $n=8$  шт:

$$T_o = \frac{20}{260} \frac{7,85}{15} \frac{60}{15} + \frac{42}{280} \frac{7,85}{15} \frac{60}{15} \quad 7 = 35,39 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (35,39 + 0,75) \left( 1 + \frac{27}{100} \right) = 45,89 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №11, количество проходов  $n=9$  шт:

$$T_o = \frac{20}{260} \frac{7,85}{15} \frac{60}{15} + \frac{42,7}{280} \frac{7,85}{15} \frac{60}{15} \quad 8 = 40,72 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (40,72 + 0,75) \left( 1 + \frac{27}{100} \right) = 52,67 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №7, количество проходов  $n=20$  шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{41,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} = 89,99 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (89,99 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 115,24 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{\text{ш}} = 23,72 \cdot 0,6 + 45,89 \cdot 2,01 + 52,67 \cdot 3,46 + 115,24 \cdot 3,276 + 28,5 = 694,73 \text{ мин.}$$

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой приведены в таблице 3.20.

Таблица 3.20 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборка	22,49
015	Сварка	694,73
020	Сборка	5,6
025	Сварка	153,69
030	Сборка	10,39
035	Сварка	1623,33
040	Слесарная	61,2
045	Контроль	12,53
050	Термическая обработка	-
055	Обработка резанием	-
ИТОГО		2583,97

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [49]:

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.5)$$

где  $m$  – вес одного изделия, 10800 кг;

$k_o$  – коэффициент отходов,  $k_o = 1,3 \%$  [49];

$$m_m = 10800 \times 1,3 = 14040 \text{ кг.}$$

### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [36]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р. п.}} \times (1 + \psi_p) \times M_{\text{НО}}, \quad (3.6)$$

где  $K_{\text{р. п.}}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{\text{р. п.}} = 1,02 \dots 1,03$  [36]; принимаем  $K_{\text{р. п.}} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$  [36], принимаем  $\psi_p = 0,1$ ;

$M_{\text{н.о.}}$  – масса наплавленного металла;

Масса наплавленного металла  $M_{\text{н.о.}}$  для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.000381.166.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{\text{НО}} = F_{\text{НО}} \times L_{\text{ш}} \times \rho, \quad (3.7)$$

где  $F_{\text{НО}}$  – площадь сечения наплавленного металла,  $F_{\text{НО}} = 96,7 \text{ мм}^2$  (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000381.166.00.000 СБ);

$L_{\text{ш}}$  – длина шва,  $L_{\text{ш}} = 5,68 \text{ м}$  (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.000381.166.00.000 СБ);

$\rho$  – масса наплавленного металла,  $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$  [36];

$$M_{\text{НО}} = 96,7 \times 5,68 \times 7,85 \times 10^{-3} = 4,312 \text{ кг.}$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и полученные данные занесем в таблицу 3.21.

Таблица 3.21 – Значения площади швов, длины швов и результаты расчета наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм <sup>2</sup>	Длина шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	2	3	4
1	96,7	5,68	4,312
2	158,2	8,09	10,046
3	314	2,01	4,594
4	240	3,18	5,991
5	378	0,8	2,374
6	17	0,13	0,017
7	801	3,726	2,599
8	1209	2,04	19,361
9	922	6,92	28,372
10	649	0,8	1,936
11	362	4,42	12,56
12	482	4,38	16,573
13	246	0,96	1,854
14	165	1,83	2,37
ИТОГО			131,32

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 131,32 = 148,785 \text{ кг.}$$

### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [36]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.8)$$

где,  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа 17 л/мин. [43].

$t_c$  – время сварки,  $t_c = 2344,06$  мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 17 \times 2344,06 = 39849 \text{ л.}$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [36]:

$$W_{тэ} = \frac{U_c I_c t_c}{\eta_u} + P_x \frac{t_c}{K_u} - t_c, \quad (3.9)$$

где  $U_c, I_c$  – параметры режима сварки ( $U_c=26-28$ В,  $I_c=260-280$ А);

$t_c$  – основное время сварки шва, 39,068 ч.;

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока;

$\eta_n$  – КПД источника сварочного тока,  $\eta_n = 0,93$  [42];

$\frac{t_c}{K_u}$  – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [36]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.10)$$

где  $W_{тэ}$  – расход технологической электроэнергии, Вт;

$Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт×ч электроэнергии,  $Ц_{э.э.} = 5,63$  руб/кВт×ч [50];

$$W_{тэ} = \frac{26 \cdot 260 \cdot 3,907}{0,93} + \frac{28 \cdot 280 \cdot 35,161}{0,93} + 0,4 \cdot \frac{39,068}{0,7} - 39,068 = 324814 \text{ Вт,}$$

$$324,814 \times 5,63 = 1828,7 \text{ руб.}$$

## **4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений**

### **4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений**

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [51].

Приспособление сборочно-сварочное.

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления показана на рисунке 4.1.

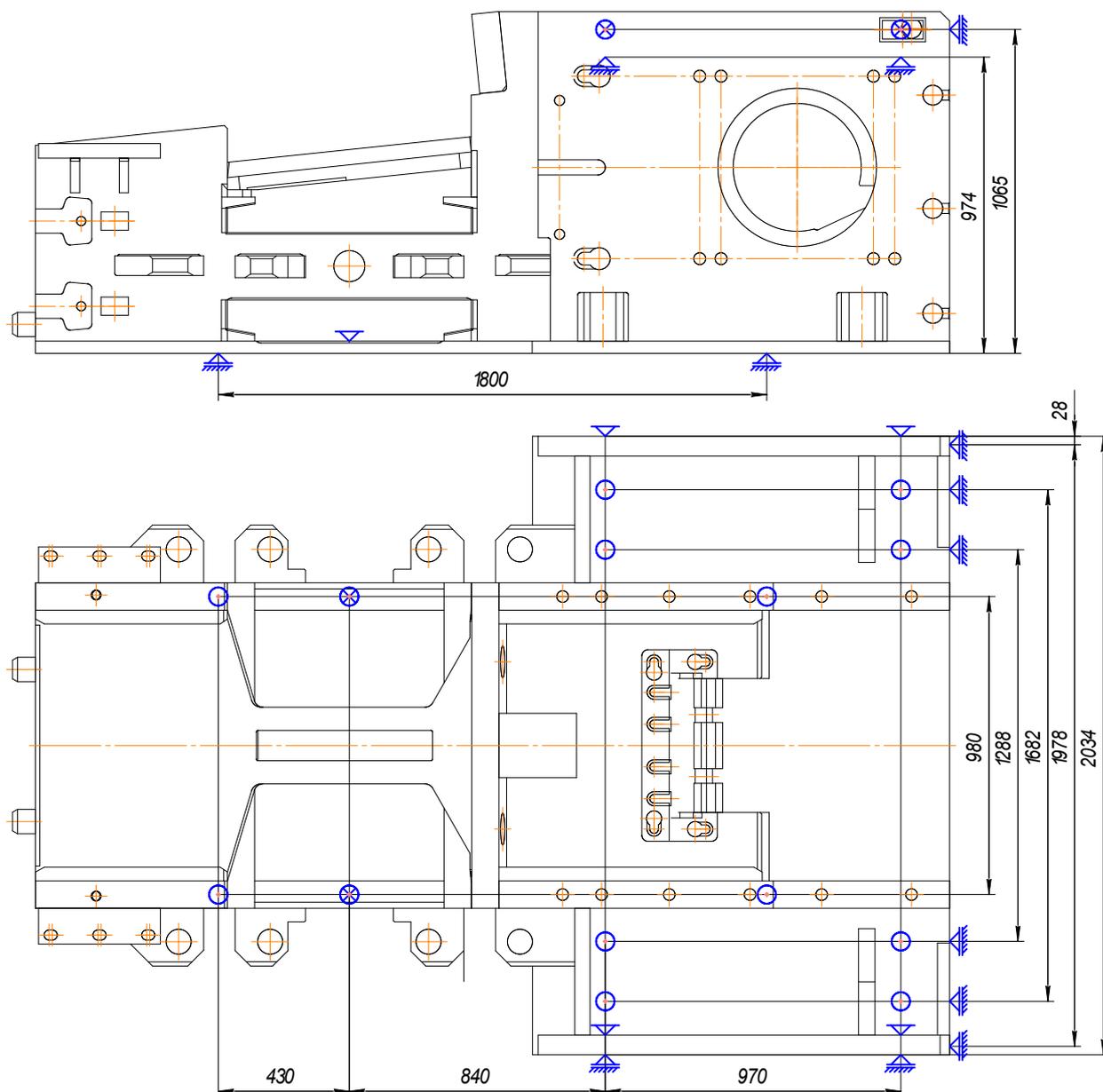


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления

## 4.2 Расчёт элементов приспособления

Для фиксации собираемых деталей приспособлением сборочно-сварочным ФЮРА.000001.166.00.000 СБ применяются винтовые прижимы. Рассчитаем диаметр резьбы винтового прижима.

Диаметры болтов определим по формуле [52]:

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{1,27 P z}{[\sigma]_{\text{доп}} n}}, \quad (4.1)$$

где  $P$  – усилие на болт, кгс/см<sup>2</sup>;

$z$  – поправочный коэффициент, принимаемый для винта с пятой 1,4. для винта без пяты 2;

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

$n$  – количество креплений;

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{1,27 \cdot 2200 \cdot 2}{950 \cdot 1}} = 2,33 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем  $d_p = 24$  мм [52].

### 4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [53].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [53]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;
- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных.
- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению.

Перечень таких изделий составляют в установленном порядке):

- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);
- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);
- сведения о сертификации (при наличии);
- сведения о приемке;
- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;
- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления представлена в приложении Г.

## **5 Проектирование участка сборки сварки**

### **5.1 Состав сборочно-сварочного цеха**

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [54].

Для проектируемого участка сборки и сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

### **5.2 Расчёт основных элементов производства**

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [47].

## 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [47]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_D}, \quad (5.1)$$

где,  $T_r$  – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

$\Phi_D$  – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (5.2)$$

где,  $N$  – годовая программа выпуска продукции,  $N=500$  шт.;

$T$  – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010, 015, 020, 025, 030, 035, 040 и 045 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \frac{22,49+694,73+5,6+153,69+10,39+1623,33+61,2+12,53}{60} = 21533 \text{ ч.},$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{21533}{3762} = 5,73,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 6$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{5,73}{6} = 0,95.$$

В процентном соотношении загрузка составит 95,4 %.

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 21533 \text{ ч,}$$

$\Phi_H$  – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1739 \text{ ч.}$$

Определим количество рабочих явочных [47]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{21533}{1976} = 10,897. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 11$ . В первую смену работает шесть человека, а во вторую пять.

Определим количество рабочих списочных [47]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{21533}{1739} = 12,38. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{сп}} = 13$ .

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 4;  
ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 2;  
Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;  
МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;  
Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

### **5.3 Пространственное расположение производственного процесса**

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [54].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [54]:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления изъянов, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой

продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположены: шесть приспособлений сборочно-сварочных, сварочный полуавтомат *LORCH MICORMIG PULSE 35*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q = 2,0$  т и краном мостовым  $Q = 15$  т перемещаются готовые изделия.

## **6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **6.1 Финансирование проекта и маркетинг**

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

### **6.2 Экономический анализ техпроцесса**

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления рамы конвейера. Рама конвейера – предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Рама основная конвейера скребкового устанавливается в начале конвейера.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.166.00.000 СБ, которые состоят из: стойки; подпорки; подпорки; винтовых прижимов; рамы; бонок; прижимов; рукоятей; упоров; бонок; болты М16; шайбы 16.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *LORCH MICORMIG PULSE 350* [42].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рамы конвейера приведены в таблице 3.8

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [47]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n K, \quad (6.1)$$

где  $C_{\text{год}}$  – себестоимость годового объема продукции, руб/изд год;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, руб/год;

$K$  – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

### 6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [47]:

$$K = K_o + K_{\text{п}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где  $K_o$  – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

$K_{\text{п}}$  – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

$K_{\text{зд}}$  – капитальные вложения в здания, руб.

#### 6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [47]:

$$K_{\text{CO}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{O}i} O_i \mu_{\text{O}i}, \quad (6.3)$$

где  $C_{oi}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$O_i$  – количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);

$\mu_{oi}$  – коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го типоразмера (см. пункт 5.2).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [55]

Наименование оборудования		$C_{oi}$ , руб
<i>LORCH MICORMIG PULSE 350</i>	6 шт.	390383

$$K_{CO}=390383 \cdot 6 \cdot 0,954=2234487 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		$K_{CO}$ , руб.
<i>LORCH MICORMIG PULSE 350</i>	6 шт.	2234487
Итого		2234487

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [47]:

$$K_{\text{ПР}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{ПР}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\eta j}, \quad (6.4)$$

где  $K_{\text{ПР}j}$  – оптовая цена единицы приспособления  $j$ -го типоразмера, руб.;

$\Pi_j$  – количество приспособлений  $j$ -го типоразмера, ед. (см. пункт 5.2);

$\mu_{\eta j}$  – коэффициент загрузки  $j$ -го приспособления (см. пункт 5.2);

$$K_{\text{ПР}}=316830 \cdot 6 \cdot 0,954=1813482 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	К <sub>прj</sub> , руб	П <sub>п</sub> , шт	К <sub>пр</sub> , руб.
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.166.00.000 СБ	316830	6	1813482
ИТОГО			1813482

### 6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [47]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot h \cdot k_v \cdot Ц_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где  $S_{Oi}$  – площадь, занимаемая единицей оборудования, м<sup>2</sup>/ед.;

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 245,35 \text{ м}^2$  (см. чертеж ФЮРА.000003.166 ЛП);

$h$  – высота производственного здания, м,  $h = 12 \text{ м}$ ;

$k_v$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $k_v = 1$ ) [47];

$Ц_{зд}$  – стоимость 1 м<sup>3</sup> здания на 01.01.2023 составляет,  $Ц_{зд} = 94 \text{ руб/м}^3$ ;

$$K_{зд} = 245,35 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94 = 276755 \text{ руб.}$$

### 6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;

- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [26]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{руб./год.} \quad (6.7)$$

где  $C_{\text{М}}$  – затраты на основные материалы, руб;

$C_{\text{В}}$  – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{З}}$  – затраты на заработную плату, руб;

$C_{\text{Э}}$  – затраты на электроэнергию, руб;

$C_{\text{а}}$  – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{и}}$  – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{\text{п}}$  – затраты на содержание помещения, руб.

### 6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия, определяем по формуле [56]:

$$C_{\text{М}} = N_{\text{М}} \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot C_{\text{М,Нo}} \cdot C_{\text{o}} \text{руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где  $N_{\text{М}}$  – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);

$k_{\text{т.з.}}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{\text{т.з.}} = 1,04$  [56];

$C_{\text{М,Нo}}$  – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, Ст3пс, 09Г2С, 18ХГТ, 20, 20Х, 14Г2АФ, 30ХГСА на 01.01.2023, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД  $C_m=30$  руб./кг [57], при  $m_m=7930$   $1,3=$   
=10309 кг;
- для стали Ст3пс  $C_m=35,65$  руб./кг [58], при  $m_m=45,98$   $1,3= 59,77$  кг;
- для стали 09Г2С  $C_m = 89,6$  руб./кг [59], при  $m_m = 1328,2$   $1,3=$   
=1726,66 кг.;
- для стали 18ХГТ  $C_m = 57$  руб./кг [60], при  $m_m =634,15$   $1,3=824,39$   
кг.;
- для стали 20  $C_m = 63,9$  руб./кг [61], при  $m_m = 0,264$   $1,3= 0,343$  кг.;
- для стали 20Х  $C_m = 71,28$  руб./кг [62], при  $m_m = 56,026$   $1,3= 72,83$   
кг.;
- для стали 14Г2АФ  $C_m = 49$  руб./кг [63], при  $m_m = 792$   $1,3= 1029,6$   
кг.;
- для стали 30ХГСА  $C_m = 71,99$  руб./кг [64], при  $m_m = 13,38$   $1,3=$   
=17,39 кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [49].

$N_0$  – норма возвратных отходов;

$$N_0 = N_m \cdot 0,3 = (7930+45,98+1328,2+634,15+0,264+56,026+729+13,38) \cdot 0,3 = 3240 \text{ кг/изд};$$

$C_0$  – цена возвратных отходов,  $C_0 = 20$  руб/кг (цену узнал в пункте сдачи металлолома т. 89505702559);

$$C_m = 1,04 (10309 \cdot 30 + 59,77 \cdot 35,65 + 1726,66 \cdot 89,6 + 824,39 \cdot 57 + 0,343 \cdot 63,9 + 72,83 \cdot 71,28 + 1029,6 \cdot 49 + 17,39 \cdot 71,99) - 3240 \cdot 20 = 528016,96 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [47]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд,} \quad (6.9)$$

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг:  $G_d = 131,32$

кг – для проволоки Св-08Г2С-О (см. пункт 3.9);

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [14],  $k_{p-п.с.} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [14],  $\psi_p = 1,01...1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,1$ ;

$\Pi_{п.с.} = 22,88$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2023 [65];

$$C_{п.с.} = 131,32 \cdot 1,03 \cdot 1,1 \cdot 22,88 = 3404,21 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [47]:

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{шк.г.}} \cdot \Pi_{\text{газ}} \cdot t_c, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где  $g_{\text{шк.г.}}$  – расход смеси,  $g_{\text{з.г.}} = 17$  л/мин (см. пункт 3.3);

$\Pi_{\text{г.з.}}$  – стоимость смеси, л.,  $\Pi_{\text{г.з.}} = 0,17$  руб./л. [66];

$t_c$  – время сварки в смеси газов, мин.,  $t_c = 2344,06$  мин (см. пункт 3.8);

$$C_{\text{газ}} = 17 \cdot 0,17 \cdot 2344,06 = 6774,32 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [47]:

$$C_z = (C_{\text{чи}} \cdot T_o \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{сс}} \cdot K_{\text{рай}}) / 60, \quad (6.11)$$

где  $C_{чi}$  – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч.,  $C_{чi} = 74,85$  руб.;

$T_o$  – время на изготовление одного изделия, мин. (см. пункт 3.8);

$K_{доп}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате,  $K_{доп} = 1,2$  [47];

$K_{сс}$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3 [47].

$K_{рай.}$  – районный коэффициент,  $K_{рай.} = 1,3$  [47];

$$C_з = (74,85 \cdot 2583,97 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,3)/60 = 6537,26 \text{ руб/изд.}$$

#### 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [36]:

$$W_{ТЭ} = \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} + P_x \cdot \left( \frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки;

$t_c$  – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока;

$\eta_n$  – КПД источника сварочного тока,  $\eta_n = 0,93$  [42];

$\frac{t_c}{K_u}$  – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [36]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.10)$$

где  $W_{ТЭ.}$  – расход технологической электроэнергии, Вт;

$C_{э.э.}$  – цена 1 кВт×ч электроэнергии,  $C_{э.э.} = 5,63$  руб/кВт×ч [50];

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \cdot 260 \cdot 3,907}{0,93} + \frac{28 \cdot 280 \cdot 35,161}{0,93} + 0,4 \cdot \frac{39,068}{0,7} - 39,068 = 324814 \text{ Вт},$$

$$З_{ТЭ} = 324,814 \times 5,63 = 1828,7 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [47]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера,  $a_i = 0,15$  % [47],

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$  [47],

$$C_3 = \frac{390383 \cdot 6 \cdot 0,954 \cdot 0,15\% \cdot 1,15}{500} = 5147,03 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		$C_3$ , руб/изд.
LORCH MICORMIG PULSE 350	6 шт.	5147,03

### 6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [47]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где  $a_j$  – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -го типоразмера,  $a_j=0,15$  [47];

$$C_u = \frac{316830 \cdot 6 \cdot 0,954 \cdot 0,15}{500} = 544,04 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	Π <sub>ж</sub> , шт.	С <sub>и</sub> , руб/изд.
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.166.00.000 СБ	316830	6	544,04
ИТОГО			544,04

### 6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [35]:

$$C_{п} = \frac{S \cdot k_{сп} \cdot \Pi_{ср.зд}}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $m^2$ ,  $S = 245,35 m^2$  (см. чертеж ФЮРА.000002.136 ЛП);

$k_{сп}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{сп} = 0,08$  [35].

$Ц_{ср.зд}$  – среднегодовые расходы на содержание  $1 m^2$  рабочей площади, руб./год.м,  $С_{ср.зд} = 250$  руб./год м;

$$C_{п} = \frac{245,35 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 9,81 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	528016,96
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	3404,21
2.2	Затраты на защитный газ	6774,32
3	Заработная плата	6537,26
4	Затраты на электроэнергию	1828,7
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	5147,03
6	Расходы на амортизацию приспособлений	544,04
7	Затраты на содержание помещения	9,81
ИТОГО технологическая себестоимость:		552262,34

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{год} = 500 (528016,96 + 3404,21 + 6774,32 + 6537,26 + 1828,7 + 5147,03 + 544,04 +$$

$$+9,81)= 276131172,43 \text{ руб/изд. год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 2234487 + 1813482 + 276755 = 4324723,37 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 276131172,43 + 0,15 \cdot 4324723,37 = 276779880,93 \text{ руб/изд. год.}$$

#### 6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	43,07
3	Количество оборудования, шт.	6
4	Количество производственных (явочных) рабочих, чел	11
5	Количество вспомогательных рабочих	4
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	14040
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. год.	276779880,93
9	Себестоимость одного изделия, руб/изд.	552262,34

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы;

рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 4324723,37 руб.;
- себестоимость продукции 276131172,43 руб/изд. год.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 276779880,93 руб/изд. год.

## 7 Социальная ответственность

На участке производится сборка и сварка рамы конвейера. При изготовлении рамы конвейера осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рамы конвейера на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *LORCH MICORMIG PULSE 350* 6 шт.;
- приспособление сборочно-сварочное 6 шт.;

ФЮРА.000001.166.00.000 СБ.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10,0 т и кран-балкой 2,0 т.

Изготавливаемое изделие – рама конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначена для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Рама основная конвейера скребкового устанавливается в начале конвейера. Масса рамы конвейера составляет 10800 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки : 14ХГ2САФД Ст3пс, 09Г2С, 18ХГТ, сталь 20, 20Х, 14Г2АФ и 30ХГСА. Сварка производится в смеси  $Ar$  (80 %) +  $CO_2$  (20 %) сварочной проволокой

Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

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

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота

проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью  $S = 245,35 \text{ м}^2$ .

## **7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо физиологическое обоснование требований к устройству оборудования, рабочего места, длительности периодов труда и отдыха и ряда других факторов, влияющих на работоспособность

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и т.д.

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха. Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

Важнейшим психофизиологическим средством повышения производительности является создание благоприятных отношений в

коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной опасности можно рекомендовать проведение следующих мероприятий:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- соблюдение предельно допустимых норм деятельности;
- установление переменной нагрузки в соответствии с динамикой работоспособности;
- чередование различных рабочих операций или форм деятельности в течение рабочего дня;
- рациональное распределение функций между человеком и техническими устройствами;
- соответствие психофизиологических качеств человека характеру и сложности выполняемых работ; это соответствие достигается путем профессионального отбора, обучения и тренировок технологов-сварщиков.

### **7.1.1 Законодательные и нормативные документы**

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

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О

государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

## 7.2 Производственная безопасность

### 7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

#### 1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до  $180 \text{ мг/м}^3$  пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2  $\text{мг/м}^3$ ), а также  $\text{CO}_2$  до  $0,5 \div 0,6\%$ ;  $\text{CO}$  до  $160 \text{ мг/м}^3$ ; окислов азота до  $8,0 \text{ мг/м}^3$ ; озона до  $0,36 \text{ мг/м}^3$  (ПДК 0,1  $\text{мг/м}^3$ ); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1  $\text{мг/м}^3$ ) [67, 68].

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

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

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [68].

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

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

В холодный и переходный периоды года, при категории работ *IIб* – работы средней тяжести, оптимальные параметры, следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60 ÷ 40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20 ÷ 22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к

источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [69].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [70]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \text{ ч}, \quad (7.1)$$

где  $S$  – площадь, через которую поступает воздух,  $\text{м}^2$ ;

$V_{\text{эф}}$  – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, согласно ГОСТ 12.3.003-86  $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n, \quad (7.2)$$

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [68];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [71]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_u + t_v}, \quad (7.3)$$

где  $t_u$  и  $t_v$  – температура поверхности источника и воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F}, \text{ м}, \quad (7.4)$$

где  $F$  – площадь приспособления,  $F = a \cdot b$  ( $a$  – длина,  $b$  – ширина);

$$H = 1,5 \sqrt{a \cdot b} = 1,5 \sqrt{3,25 \cdot 2,3} = 4,1 \text{ м.}$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \quad H = 3,25 + 0,8 \cdot 4,1 = 6,53 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$B = b + 0,8 \quad H = 2,3 + 0,8 \cdot 4,1 = 5,58 \text{ м,} \quad (7.6)$$

$$S = 6,53 \cdot 5,58 = 218,7 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 218,7 \cdot 0,2 = 43,7 \text{ м}^3 \text{ с.}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_M = 157454 \text{ м}^3 \text{ ч.}$

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 80-46-6,3ДУ-02 с двигателем АИР112М4 5,5 кВт 1450 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

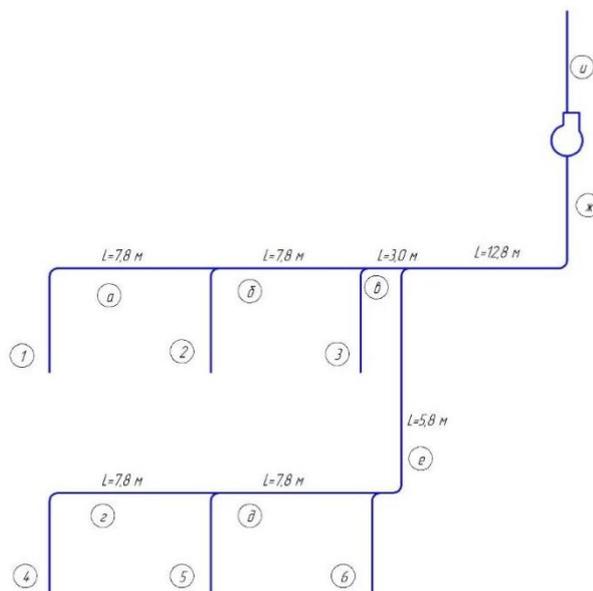


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 157454 \quad 3/6 = 78727 \text{ м}^3 \text{ ч.}$$

Сначала рассчитаем расход воздуха для второй ветви:

$$L_{M2} = 157454 \quad 3/6 = 78727 \text{ м}^3 \text{ ч.}$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [71]:

$$D = 1,13 \frac{L}{v}^{1/2} = 1,13 \frac{78527}{0,2}^{1/2} = 709 \text{ мм,} \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \frac{78527}{0,2}^{1/2} = 709 \text{ мм.}$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \frac{L}{v}^{1/2} = 1,13 \frac{157454}{0,2}^{1/2} = 1003 \text{ мм,}$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный полуавтомат *LORCH MICORMIG PULSE 350*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ( $m = 2$  кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР-22.

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

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [72].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [72].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения, изготовленные из

пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

### 3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энерготратами  $172 \div 293$  Дж/с ( $150 \div 250$  ккал/ч) [68].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [73].

## 7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке

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

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 4 светильника.

### **7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды**

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

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

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

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см<sup>2</sup>×мин [74].

#### **2. Защита от сварочных излучений.**

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

### 3. Электрический ток.

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

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

### 4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

## **7.2.4 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов**

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

### **7.3 Экологическая безопасность**

#### **1. Защита селитебной зоны.**

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [75].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

#### **2. Охрана воздушного бассейна.**

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки рамы конвейера ФЮРА.000381.166.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [75].

### 3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

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

На проектируемом участке сборки и сварки рамы конвейера предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [75].

## 7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОВЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнотех [76] (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой.

Для сборки-сварки рамы конвейера скребкового с крестовой разгрузкой применено приспособление сборочно-сварочное, выбраны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 245,35 м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 95,4 %.

Количество приведенных затрат – 276779880,93 руб./изд. год.

## Библиография

1. ДОБЫЧА И ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЯ URL: [https://eipc.center/wp-content/uploads/2020/08/encycl/p\\_one/chpt\\_1.pdf](https://eipc.center/wp-content/uploads/2020/08/encycl/p_one/chpt_1.pdf) (дата обращения: 19.03.2023)
2. Грунь В. Д. История угледобычи в России / под общ. ред. Б. Ф. Братченко. – М., 2003.
3. Введение в специальность. Основы экономики топливно-энергетического комплекса: учеб. пособие. – М.: Изд. дом МЭИ, 2009.
4. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Управление процессом плавления и переноса при сварке в углекислом газе длинной дугой // Монография – 2009 г.
5. Князьков В.Л. Повышение эффективности ручной дуговой сварки модулированным током электродами с покрытием за счет автоматической адаптации параметров режима к технологическому процессу // Диссертация, 2006 г.
6. Шигаев Т.Г. Сварка модулированным током // Итоги науки и техники. Сварка. Том 17 – 1985 г.
7. Князьков А.Ф., Князьков В.Л. Исследование сварочно-технологических свойств покрытых электродов при сварке модулированным током // Сварочное производство – 2011 – №10 – С. 15-18.
8. Сварка пульсирующей(импульсной) дугой. URL: <http://www.se123.ru/tehnologiya/svarka-pulsiruyuschei-dugoi> (дата обращения 15.01.2015).
9. Мозок В.М. Дополнительные особенности технологии дуговой механизированной и автоматической сварки с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2010 – №2 – С. 34-38.
10. Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Распределение температурных полей при сварке в смеси газов с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2011 - №1 – С.35-36.

11. Лебедев В.А. Математическая модель формирования капель электродного металла при механизированной дуговой сварке с импульсной подачей сварочной проволоки // Сварочное производство – 2008 – №7 – С.10-14.
12. Лебедев В.А. Определение параметров импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке и наплавке // Сварочное производство – 2008 – №8 – С.11-15.
13. Мозок В.М., Лебедев В.А. Ремонт крупногабаритных деталей с использованием управляемой импульсной подачи электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №6 – С. 31-34.
14. Лебедев В.А. Особенности сварки сталей с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №8 – С. 30-35.
15. Лебедев В.А. Некоторые особенности дуговой механизированной сварки алюминия с управляемой импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2007 – №11 – С. 26-30.
16. Павлов Н.В., Крюков А.В. Зернин Е.А. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов // Сварочное производство – 2010 – №4 – С.27-28.
17. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка – 2007 – №10
18. Процесс *SpeedArc* URL: <http://www.shtorm-lorch.ru/rus/info/tech/speedarc.php> (дата обращения 15.01.2015)
19. *Waveform analysis for MIG / GMAW "Lincoln RapidArc" on steel* URL: [http://www.weldsmith.co.uk/dropbox/cranu/110523\\_waveforms\\_GMAW\\_steel/waveforms\\_GMAW-P\\_RapidArc.html](http://www.weldsmith.co.uk/dropbox/cranu/110523_waveforms_GMAW_steel/waveforms_GMAW-P_RapidArc.html) (дата обращения 15.01.2015)
20. Крампит А.Г. Зернин Е.А., Крампит М.А. / Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // Технологии и материалы – 2015 – №4 – С. 4-10

21. Tobias Rosado, Pedro Almeida, Inks Pires, Rosa Miranda and Luísa Quintino. *INNOVATIONS IN ARC WELDING // 5 Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, Maputo – 2–4 Setembro 2008.*

22. Ueyama Tomoyuki, Ohnawa Toshio, Yamazaki Kei, Tanaka Manabu, Ushio Masao, Nakata Kazuhiro. *High-Speed Welding of Steel Sheets by the Tandem Pulsed Gas Metal Arc Welding System // Transactions of JWRI. – 2005. – Vol. 34, № 1.*

23. Крампит М.А / Современные способы импульсно-дуговой сварки, разработанные за рубежом // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2015. – № 5 (часть 1) – С. 18-21.

24. Крампит А. Г., Зернин Е. А., Крампит М. А. Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // Технологии и материалы. 2015. №1. С. 4-11.

25. Мухин В.Ф., Еремин Е.Н. Источники питания и мультисистемы для современных технологических процессов сварки плавящимся электродом: моногр. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. 96 с.

26. Дедюх Р.И., Киселев А.С. Повышение стабильности параметров процесса дуговой сварки покрытыми электродами на малых токах // Сварочное производство – 2004 – №7 – С. 3-6.

27. С.А. Бородихин, А.С. Лосев, В.Ф. Мухин / Применение однофазного выпрямителя для современных импульсных технологий дуговой сварки // Техника и технологии машиностроения – 2019 – С. 4-9.

28. ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.

29. ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные. Сварка. Основные требования».

30. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

31. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
32. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю
33. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»
34. Сталь 14ХГ2САФД URL: <https://resursmsk.ru/14hg2safd> (дата обращения: 27.03.2023)
35. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл. ISBN 978-5-94275-582-9
36. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
37. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.
38. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. – М: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил. (Серия справочников для рабочих).
39. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
40. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения: 27.03.2023)
41. Сварка и сварщик URL: <https://welding.com/svarochnye-smesi-byvayut-argona-uglekislogo-gaza> (дата обращения: 27.03.2023)
42. СВАРОЧНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ MICORMIG PULSE URL: <https://lorch.ru/micormigpulselorch/> (дата обращения: 27.03.2023)
43. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.; ил.
44. Кузнецов М.А. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного

производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

45. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с ISBN 978-5-7695-4275-6

46. Ильяшенко Д.П. Сварочное производство. Неразрушающий контроль: учебно-методическое пособие / Д.П. Ильяшенко. М.А. Кузнецов. А.А. Ермаков; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2022. – 109 с. ISBN 978-5-4387-1066-0

47. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.

48. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов.

49. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

50. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oaokuzbassenergo/> дата обращения: 09.05.2023)

51. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

52. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.

53. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

54. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

55. Сварочный полуавтомат *Lorch MicorMIG Pulse 350 BasicPlus* URL: <https://nsk.svarka-ufa.com/products/%D0%A1%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%20Lorch%20MicorMIG%20Pulse%20350%20BasicPlus> (дата обращения: 26.04.2023)

56. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

57. Лист стальной 14ХГ2САФД URL: [https://nsk.pulscen.ru/products/list\\_stalnoy\\_14khg2safd\\_157307622](https://nsk.pulscen.ru/products/list_stalnoy_14khg2safd_157307622) (дата обращения: 26.04.2023)

58. Лист стальной Ст3ПС 5x1370 мм URL: [https://nsk.pulscen.ru/products/list\\_stalnoy\\_st3ps\\_5kh1370\\_mm\\_110741707](https://nsk.pulscen.ru/products/list_stalnoy_st3ps_5kh1370_mm_110741707) (дата обращения: 26.04.2023)

59. Лист г/к 90 мм, 1x3.7 м, 09Г2С-12 URL: [https://ekb.pulscen.ru/products/list\\_g\\_k\\_90\\_mm\\_1kh3\\_7\\_m\\_09g2s\\_12\\_214691853](https://ekb.pulscen.ru/products/list_g_k_90_mm_1kh3_7_m_09g2s_12_214691853) (дата обращения: 26.04.2023)

60. Круг 310мм 18ХГТ URL: [https://nsk.pulscen.ru/products/krug\\_310mm\\_18khgt\\_95607097](https://nsk.pulscen.ru/products/krug_310mm_18khgt_95607097) (дата обращения: 26.04.2023)

61. Лист 25x1070x1500 ст 20 URL: [https://nsk.pulscen.ru/products/list\\_25kh1070kh1500\\_st\\_20\\_101480779](https://nsk.pulscen.ru/products/list_25kh1070kh1500_st_20_101480779) (дата обращения: 26.04.2023)

62. Сталь листовая 20Х 5,5 мм ГОСТ 19903-2015 URL: [https://kemerovo.pulscen.ru/products/list\\_st35\\_153143916](https://kemerovo.pulscen.ru/products/list_st35_153143916) (дата обращения: 26.04.2023)

63. Лист стальной горячекатаный 95 мм 1500x6000 ст 14Г2аф ГОСТ 19281-89 URL:

[https://chel.pulscen.ru/products/list\\_goryachekatany\\_95\\_mm\\_1500kh6000\\_st\\_14g2\\_af\\_gost\\_19281\\_89\\_179998106](https://chel.pulscen.ru/products/list_goryachekatany_95_mm_1500kh6000_st_14g2_af_gost_19281_89_179998106) (дата обращения: 26.04.2023)

64. Круг ст.30хгса 40-90 URL: [https://nsk.pulscen.ru/products/krug\\_st\\_30khgsa\\_40\\_90\\_67827641](https://nsk.pulscen.ru/products/krug_st_30khgsa_40_90_67827641) (дата обращения: 26.04.2023)

65. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С, 06Х19Н9Т URL: [https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka\\_svarochnaya\\_ot\\_0\\_3\\_do\\_12\\_mm\\_po\\_gostu\\_2246\\_70\\_08g2s\\_06kh19n9t\\_08\\_44874677](https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677) (дата обращения: 26.04.2023)

66. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO<sub>2</sub>) 40 л URL: [https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya\\_smes\\_argon\\_uglekislota\\_75\\_80\\_ar\\_25\\_20\\_so2\\_40\\_1](https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya_smes_argon_uglekislota_75_80_ar_25_20_so2_40_1) (дата обращения: 26.04.2023)

67. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

68. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

69. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 28.04.2023)

70. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

71. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

72. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

73. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

74. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

75. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL:* <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 28.04.2023)

76. Огнетушитель ОВЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнотех *URL:* <https://novosibirsk.di01.ru/product/ove-8-z-avsye-01-morozostoykie-pozhnanotekh/> (дата обращения: 31.05.2023)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

Спецификация. Рама

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лист	Лист	Листов						
									Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Перв. примен														
Справ. №														
									Документация					
						ФЮРА.000384.166.00.000 СБ			Сборочный чертеж			7хА2х3		
									Сборочные единицы					
						1 ФЮРА.000384.166.01.000			Рама основания			1		
									Детали					
						2 ФЮРА.000384.166.00.001			Опора лемеха			2		
						3 ФЮРА.000384.166.00.002			Фиксатор			2		
						4 ФЮРА.000384.166.00.003			Вставка нижняя			2		
						5			-01 Вставка нижняя			1		
						6 ФЮРА.000384.166.00.004			Косынка			2		
7 ФЮРА.000384.166.00.005			Накладка кородки			2								
8			-01 Накладка кородки			2								
9 ФЮРА.000384.166.00.006			Планка стенки			1								
10			-01 Планка стенки			1								
11 ФЮРА.000384.166.00.007			Плита редуктора			1								
12			-01 Плита редуктора			1								
13 ФЮРА.000384.166.00.008			Палец			2								
14 ФЮРА.000384.166.00.009			Стенка верхняя			1								
Лист и дата						ФЮРА.000384.166.00.000								
Взам. инв. №														
Инв. № докл.														
Лист и дата														
Инв. № подл.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														
Н.контр. Кузнецов														
Утв.														
Изм. Лист														
Разраб. Митрахович														
Проб. Кузнецов														



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

Спецификация. Приспособление сборочно-сварочное

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ФЮРА.000001.166.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A1
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ФЮРА.000001.166.01.000	Стойка	2	
		2	ФЮРА.000001.166.02.000	Подпорка	1	
		3	ФЮРА.000001.166.03.000	Подпорка	1	
		4	ФЮРА.000001.166.04.000	Винтовой прижим	4	
		5	ФЮРА.000001.166.05.000	Рама	1	
<i>Детали</i>						
		6	ФЮРА.000001.166.00.001	Банка	4	
		7	ФЮРА.000001.166.00.002	Прижим	4	
		8	ФЮРА.000001.166.00.003	Рукоять	4	
		9	ФЮРА.000001.166.00.004	Упор	4	
		10	ФЮРА.000001.166.00.005	Банка	4	
ФЮРА.000001.166.00.000						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Митрахович				
Проб.		Кузнецов				
Н.контр.		Кузнецов				
Утв.						
				Лит.		Лист
				ц		Листов
				1		2
				ЮТИ ТПУ		
				гр. 3-10А81		
				Формат А4		

Копировал



ГОСТ 3.1105-84 Форма 2									
Директор									
Взам.									
Подл.									
							14		1
		ФЮРА.000381166.00.0000							
		Рама							
<p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b></p> <p><b>на технологический процесс</b></p> <p><b>сборки-сварки</b></p>									
		Разработал		Митрахович Д.В.					
		Проверил		Кузнецов М.А.					
		Н. контр.		Кузнецов М.А.					
		Рецензент							
		Акт		_____					
ТЛ	Титульный лист								
	1								



Дроб.	Взам.	Подп.																		
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
Б					Код, наименование оборудования															
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала															
А01						Обозначение, код														
002						Обозначения документа														
03	<i>1. Дет. и сварочная проволока должны быть очищены от грязи, ржавчины, масла и влаги.</i>																			
А04	<i>Детали должны быть отдроструены.</i>																			
Б05	<i>2. Межоперационное хранение сб. ед. производить в специальной таре.</i>																			
06	<i>3. Изготовление сб. ед. производить согласно КД и ТП.</i>																			
07	<i>4. Режимы сварки устанавливаются автоматически, для этого нужно предварительно ввести</i>																			
08	<i>данные о толщине металла, используемом защитном газе и диаметре проволоки</i>																			
09																				
010																				
011																				
012																				
Т13																				
Т14																				
Т15																				
16																				
МК	Маршрутная карта																			3

Дцл	Взам	Подл	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
К/М	Я	К	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.									
Разраб.									ФЮРА.000.381.166.00.000					
Проб.														
Нормир.														
Нач. БТК														
Н. контр.														
<b>Рама</b>														
К01								Наименование	Материал	Кол-во				
02							Обозначение							
03						1	ФЮРА.000.381.166.01.000	Рама основная	14ХГЗАФД	1				
04						2	ФЮРА.000.381.166.00.001	Опора лемеха	20Х	2				
05						3	ФЮРА.000.381.166.00.004	Фиксатор	Ст3	2				
06						4	ФЮРА.000.381.166.00.003	Вставка нижняя	09Г2С	2				
07						5	-01	Вставка нижняя	09Г2С	1				
08						6	ФЮРА.000.381.166.00.004	Косынка	30ХГСА	2				
09						7	ФЮРА.000.381.166.00.005	Накладка каретки	Сталь 20	2				
10						8	-01	Накладка каретки	Сталь 20	2				
11						9	ФЮРА.000.381.166.00.006	Планка стелки	10ХСНД	1				
12						10	-01	Планка стелки	10ХСНД	1				
13						11	ФЮРА.000.381.166.00.007	Плита редуктора	14Г2АФ	1				
14						12	-01	Плита редуктора	14Г2АФ	1				
15						13	ФЮРА.000.381.166.00.008	Палец	18ХГТ	2				
16						14	ФЮРА.000.381.166.00.009	Стенка верхняя	14ХГЗАФД	1				
17														
КК								Комплектовочная карта						4

Дубл.	Взам.	Подп.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
я	я	я	я	я	я	я	я	я	я	я	я	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.
Разраб.									ФЮРА.000.381.166.00.000					
Проб.														
Нормир.														
Нач. БТК														
Н. контр.														
<b>Рама</b>														
К01								Обозначение	Наименование	Материал	Кол-во			
02														
03						15	-01	Стенка верхняя	14ХГЗАФД		1			
04						16	ФЮРА.000.381.166.00.010	Стенка задняя	14ХГЗАФД		1			
05						17	-01	Стенка задняя	14ХГЗАФД		1			
06						18	ФЮРА.000.381.166.00.011	Стенка каретки	14ХГЗАФД		1			
07						19	-01	Стенка каретки	14ХГЗАФД		1			
08						20	-02	Стенка каретки	14ХГЗАФД		2			
09						21	-03	Стенка каретки	14ХГЗАФД		2			
10						22	ФЮРА.000.381.166.00.012	Косынка опоры	30ХГСА		4			
11							Проболока Св-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12		148765 кг			
12							Смесь газов Ar+CO <sub>2</sub>	ГОСТ Р ИСО 14175-2010			39619 м <sup>3</sup>			
13							Ацетилен	ГОСТ 5457-75						
14							Кислород	ГОСТ 5583-78						
15							Масса сд. ед. 10800 кг.							
16														
17														
КК														
Комплектобачная карта														5

















