

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

**TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY**  **ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

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

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА  
СБОРКИ-СВАРКИ РАМЫ ПОВОРОТНОЙ КРАНА**

УДК 621.757:621.791:621.873-21

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Пашков Д.В.		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2022 г.

*Планируемые результаты обучения по ООП*

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А70

Пашков Д.В.

Руководитель ВКР

Кузнецов М.А.

Школа Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Руководитель ООП «Машиностроение»  
Д. П. Ильященко  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

<b>ВКР бакалавра</b>
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А70	Пашкову Денису Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы поворотной крана	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24.01.2022 24-21/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<b>Материалы преддипломной практики</b>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФЮРА.000001.177.00.000 СБ Рама поворотная 7 листов (А1)</li> <li>2. ФЮРА.000002.177.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1).</li> <li>3. ФЮРА.000003.177 ЛП План участка 1 лист (А1).</li> <li>4. ФЮРА.000003.177 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия.</li> <li>5. ФЮРА.000004.177 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).</li> <li>6. ФЮРА.000005.177 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1).</li> <li>7. ФЮРА.000006.177 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).</li> </ol>
---	---

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Технологическая и конструкторская часть</p>	<p>Кузнецов М.А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Солодский С.А.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Ильященко Д.П.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>03.02.2022 г.</p>
---	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ЮТИ</p>	<p>Кузнецов М.А.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-10А70</p>	<p>Пашков Д.В.</p>		

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 – 2022 учебного года)

Форма представления работы:

**ВКР бакалавра**

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН**  
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

17.06.2022 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	Обзор литературы	20
25.02.2022	Объекты и методы исследования	20
25.03.2022	Расчеты и аналитика	20
25.04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2022	Социальная ответственность	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Пашков Д.В.		

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А70	Пашкову Денису Владимировичу

<b>Школа</b>	Юргинский технологический институт	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Специализация</b>	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. <i>Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих</i>	28301,7 руб 105,53 руб 1227,7 руб
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ</i>	1443,65 кг 1,693 кг 1052 л
3. <i>Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений</i>	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 (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. *Основные показатели эффективности ИР (техничко-экономические показатели проекта)*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	25.01.2022
---	------------

**Задание выдал:**

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

**Консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Пашков Д.В.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10A70	Пашкову Денису Владимировичу

<b>Школа</b>	Юргинский технологический институт	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Специализация</b>	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы поворотной на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

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

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- *физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;*
- *действие фактора на организм человека;*
- *приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);*
- *предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)*

Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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>3. Охрана окружающей среды:</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>	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</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>	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	03.02.2022 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А70	Пашков Д.В.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа: 143 с., 4 рис., 21 табл., 40 источников, 4 прил., 13 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, МЕТОД СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является технология изготовления рамы поворотной крана.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии изготовления рамы поворотной крана.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, расчет режимов сварки и выбор сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 507589 руб;
- себестоимость продукции 27914995 руб;
- количество приведенных затрат 28422584 руб/изд. × год.

## Abstract

*Final qualifying work 143 p., 4 drawings, 21 tables, 40 sources, 4 applications, 13 p. graphic material.*

*Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING METHOD, WELDING CURRENT, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, DEVICES, INDUSTRIAL SAFETY, COST.*

*The object of development is the manufacturing technology of the slewing crane frame.*

*Objective. The aim of the work is to develop a manufacturing technology for the frame of a rotary crane.*

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

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

*Economic indicators:*

- capital investments 507941 rubles;*
- cost of production 27914996,26 rubles;*
- the number of reduced costs 27991187,48 rubles / ed. × year.*

## Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	18
1.1 Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор)	18
1.2 К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом	20
1.3 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе	21
1.4 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	22
2.1 Описание сварной конструкции	22
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	22
2.2.1 Требования к подготовке кромок	23
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	23
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	25
2.2.4 Требования к сварке	26
2.2.5 Требования к контролю	27
2.3 Методы и средства проектирования	31
2.4 Постановка задачи	31
3 Разработка технологического процесса	33
3.1 Анализ исходных данных	33
3.1.1 Основные материалы	33
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	36
3.1.3 Выбор сварочных материалов	36
3.2 Расчёт технологических режимов	37
3.3 Выбор основного оборудования	42
3.4 Выбор оснастки	44

3.5 Составление схем узловой и общей сборки	45
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	47
3.7 Разработка технологической документации	57
3.8 Техническое нормирование операций	59
3.9 Материальное нормирование	62
3.9.1 Затраты на металл	62
3.9.2 Расход сварочной проволоки	63
3.9.3 Расход защитного газа	64
3.9.4 Расход электроэнергии	65
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	66
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	66
4.2 Расчёт элементов приспособления	67
4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление	68
5 Проектирование участка сборки сварки	70
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	70
5.2 Расчёт основных элементов производства	70
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	71
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	72
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	73
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	75
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	75
6.2 Экономический анализ техпроцесса	75
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	76
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	76
6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	78
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	79
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	79
6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы	80

6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	81
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	81
6.2.2.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	82
6.2.2.6	Затраты на амортизацию приспособлений	83
6.2.2.7	Определение затрат на содержание помещения	84
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	85
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	85
7	Социальная ответственность	87
7.1	Описание рабочего места	87
7.2.	Законодательные и нормативные документы	88
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	90
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	96
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	96
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	99
7.5	Охрана окружающей среды	99
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	101
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	102
	Заключение	103
	Библиография	104
	Приложение А (Спецификация Рама поворотная)	108
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	110
	Приложение В (Технологический процесс)	112
	Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	136
CD-R		в конверте на обороте обложки
Графический материал		На отдельных листах
ФЮРА.000001.177.00.000СБ Рама поворотная.Сборочный чертеж		Формат А1

ФЮРА.000002.177.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное.	Формат А1
Сборочный чертеж	
ФЮРА.000002.177 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.177 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000004.177 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.177 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000006.177 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1

—

## Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

- КЗ – короткое замыкание;
- ИДСПЭ – импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом;
- ВИК – визуальный и измерительный контроль;
- СТК – служба технического контроля;
- НТД – нормативно-техническая документация;
- ПТД – производственно-техническая документация;
- ПЦТ – полный цифровой тракт;
- КПД – коэффициент полезного действия;
- ИТР – инженерно-технические работники;
- МОП – младший обслуживающий персонал;
- ГОСТ 2561-83 – Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие;
- ГОСТ 34587-2019 «Краны грузоподъемные, сварка стальных конструкций. Общие технические требования»;
- ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;
- ГОСТ 23518-79 – Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами;
- ГОСТ 19281-89 – Прокат из стали повышенной прочности;
- ГОСТ 1050-2013 –Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей;
- ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;
- ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;
- 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**

Значительная роль в осуществлении научно-технического прогресса отводится подъемно-транспортным машинам, с помощью которых решается задача широкого внедрения в народнохозяйственный комплекс механизации производственных процессов, ликвидации различных погрузочно-разгрузочных работ и исключения тяжелого ручного труда при выполнении технологических операций. Для реализации поставленной задачи необходимо увеличивать производство прогрессивных средств механизации подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, которые во многом определяют эффективность производства. Одной из массовых подъемно-транспортных машин, применяемых в народном хозяйстве, является кран автомобильный [1].

Грузоподъемные краны предназначены для подъема грузов и подачи их к месту разгрузки, а при монтаже – для подачи деталей к месту установки их в проектное положение. Краны состоят из остова, ходовой рамы, поворотной части, башни, стрелы, механизма подъема и опускания груза, механизма подъема и поворота стрелы, механизма перемещения крана, рабочих органов, аппаратуры управления и контроля грузоподъемности и высоты подъема [1]:

Применение сварки в среде защитных газов при изготовлении рамы поворотной крана является наиболее актуальным видом соединения деталей.

Целью работы является разработка технологии изготовления рамы поворотной крана.

Задачами выполнения работы являются: расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сварочного производства по разделам.

Объектом разработки является технология изготовления рамы поворотной крана.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки рамы поворотной крана.

## **1 Обзор и анализ литературы**

### **1.1 Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор)**

Среди дуговых процессов сварка плавящимся электродом в защитных газах занимает ведущее место в промышленности Западной Европы, США, Японии. Однако новые функциональные возможности сварочного оборудования, в том числе источников питания дуги, которые открываются благодаря развитию силовой электроники, не всегда способствуют появлению качественно новых технологических процессов сварки. Разработчики зачастую рекламируют сварочное оборудование, реализующее различные алгоритмы управления, но обеспечивающее лишь один тип переноса металла электрода, как совершенно новые технологии [2].

Многие характеристики процесса сварки в защитных газах зависят от типа переноса металла электрода, который оказывает существенное влияние на различные технологические характеристики сварочной дуги, например, тепловой баланс, ее пространственную устойчивость, интенсивность протекания металлургических реакций в зоне сварки, потери на угар и разбрызгивание, а также глубину проплавления, параметры и форму сварных швов [2].

Существует несколько типов переноса металла электрода в защитных газах, основными из которых являются мелко- или крупнокапельный с короткими замыканиями (КЗ) дугового промежутка; мелко- или крупнокапельный без КЗ дугового промежутка и струйный процесс, различают также вращательно-струйный. Перенос парами металла присутствует в меньшей или большей мере при всех способах сварки плавящимся электродом в защитных газах. Однако зачастую имеются смешанные типы переноса металла, обусловленные изменением параметров сварочных процессов. Отдельно следует

выделить управление переносом металла по принципу «один импульс – одна капля» [2].

Каждый тип переноса металла характеризуется как преимуществами, так и недостатками. Поэтому от типа переноса зависят многие технологические характеристики процесса сварки плавящимся электродом в защитных газах, например, диапазон свариваемых толщин [2].

Для каждого типа переноса металла электрода имеется свой диапазон значений сварочных токов и напряжений на дуге. Для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом (ИДСПЭ) наиболее эффективный диапазон средних токов сварки составляет 60...300 А, напряжения на дуге – 16...32 В [2].

Тип переноса металла зависит от многих параметров процесса сварки. Основными с точки зрения управления процессом являются следующие: состав электродной проволоки и защитной среды; значение, полярность, плотность и форма сварочного тока; возможность применения различных механизмов подачи сварочной проволоки [2].

Существуют различные возмущающие воздействия, которые необходимо учитывать при проектировании сварочного оборудования, так как они могут изменить тип переноса металла. Например, при ИДСПЭ уменьшение напряжения питающей сети или вылета электрода может привести к изменению переноса от мелкокапельного без КЗ до переноса с ними. Состояние поверхности проволоки также может сказаться на изменении типа переноса металла электрода. Сварку в защитных газах, как правило, выполняют на постоянном токе. Наличие в процессе сварки магнитного дутья изменяет длину и форму дуги, что в свою очередь оказывает влияние на формирование и отделение капель [2].

## **1.2 К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом**

В современной технологии сварки и наплавки известны две группы систем регулирования дуги. Первая – системы автоматического (принудительного) регулирования, вторая – саморегулирования сварочной дуги. Системы автоматического регулирования, например, с управлением скорости подачи электрода и/или с управлением сварочным током и напряжением сложны и дороги. Их использование неизбежно, когда необходимо поддерживать параметры режима в строго ограниченных пределах, например, при сварке и наплавке весьма ответственных сложных конструкций, или при необходимости строго соблюдать наперед заданный алгоритм изменений параметров, например, при сварке с управлением процесса переноса капель электродного металла через дуговой промежуток [3].

В последние годы возрос интерес к проблеме саморегулирования дуги при сварке плавящимся электродом, поскольку изучение этого явления позволяет сформировать эффективный инструментарий в понимании физических процессов, обуславливающих формирование неразъемных соединений различными методами дуговой сварки [3].

Существующая система саморегулирования дуги, при которой скорость подачи электрода, а также ток и напряжение устанавливаются на аппаратуре до начала процесса сварки и сохраняются на протяжении всего процесса, предельно проста и дешева, массово применяется в производстве. Саморегулирование, кроме того, способствует значительному повышению устойчивости работы схем автоматического регулирования сварочной дуги [3].

### **1.3 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе**

При механизированной сварке в защитных газах проволоками диаметром 0,8-2,0 мм зажигание дуги происходит после нескольких соприкосновений электрода с изделием. Это ухудшает качество начальных участков швов, приводит к значительному увеличению вспомогательного времени, сварочных материалов и электроэнергии [4].

Согласно ГОСТ 2561-83, допускается возбуждение дуги после трех соприкосновений электрода с изделием. У сварочных выпрямителей ВДУ число коротких замыканий при зажигании дуги 1-4, а у однофазных 2-5. В отечественных и зарубежных источниках питания для улучшения зажигания дуги применяют "горячий старт", изменение скорости подачи электродной проволоки, а также их комбинации. Способ бесконтактного зажигания дуги имеет недостатки: диаметр застывшей капли на конце вылета электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров электрода, надежность зажигания зависит от угла подхода электрода к поверхности изделия, с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи зажигание ухудшается [4].

### **1.4 Заключение**

Виды переноса металла при выполнении сварочных работ обладают своими достоинствами и недостатками. В данный момент особой важностью обладают разработки, связанные с расширением технологических возможностей и повышением производительности частично механизированной сварки в защитных газах. Возможность легкого зажигания сварочной дуги напрямую связано с диаметром электродной проволоки. Сварка в защитных газах обладает как достоинствами и недостатками, но благодаря тому, что достоинства значительно превышают недостатки, выбирается механизированная сварка в смеси газов ( $Ar+CO_2$ ).

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание сварной конструкции**

Рассматриваемая конструкция – рама поворотная крана самоходного на коротко-базовом шасси КС-5371.1311.000.000, который относится к грузоподъемному оборудованию. Рама поворотная крана– сборная конструкция, входящая в состав основания крана. В качестве материала деталей изделия применяется стали марок 10ХСНД ГОСТ 19903-74 и 08сп ГОСТ 1050-2013. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.КС-5371.177.00.000 СБ.

Масса изделия 1110,5 кг. Габаритные размеры изделия:

4265x2166x1204 мм.

Рама поворотная работает в тяжелых условиях, подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок.

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

Технические условия изготовления сварной конструкции предусматривают технические условия на основные материалы, сварочные материалы, а также требования, предъявляемые к заготовкам под сборку и сварку, к сварке и к контролю качества сварки.

Рама поворотная крана изготавливается по ГОСТ 34587-2019 «Краны грузоподъемные, сварка стальных конструкций. Общие технические требования».

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

Кромки свариваемых деталей должны соответствовать ГОСТ 14771 и ГОСТ 23518-79.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой должны быть очищены от масла, влаги, грязи, ржавчины и пр. Свариваемые кромки отливок, кроме того, должны быть очищены от окалины, пригаров формовочной смеси и пр. На свариваемых кромках допускается окисная пленка после прокатки.

При необходимости непосредственно перед сваркой производят дополнительную очистку мест сварки и удаление сконденсировавшейся влаги. Элементы, покрытые льдом, должны быть отогреты и просушены, продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Зачистку свариваемых кромок и околошовной зоны проводят любыми способами, обеспечивающими требуемое качество [5].

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

Сборку металлических конструкций при изготовлении необходимо проводить с помощью приспособлений, исключающих возможность смещения свариваемых кромок и деформаций под воздействием собственных масс деталей, сборочных единиц и конструкций.

Элементы конструкции, подлежащие сварке, по возможности, должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечить выполнения сварных швов в нижнем или близком к нему положении.

Выполнение вертикальных и потолочных швов допускается в тех случаях, когда конструкция по своим габаритам не может быть установлена в нужном положении.

Отклонения размеров и форм элементов металлических конструкций должны соответствовать чертежам.

Зазоры между свариваемыми элементами и величины смещения кромок должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76, ГОСТ 23518-79, а для нестандартных сварных швов – требованиям конструкторской документации. Заполнять увеличенные зазоры вставками проволоки, тонколистового металла, электродами и т. п. не допускается.

Если размеры листового или фасонного проката не позволяют изготовить детали целиком, они могут быть выполнены составными из нескольких частей.

Стыки соединения частей следует располагать, соблюдая следующие условия [5]:

- расстояние между поперечными стыками в расчетных элементах металлических конструкций из листов, широких полос, уголков, труб, швеллеров, двутавров должно быть не менее 3 м, а длина пристыковываемого элемента должна быть не менее 0,5 м;

- стыки листов, полос, уголков, швеллеров и двутавров должны быть выполнены с соответствующей разделкой кромок, обеспечивающей выполнение сварного шва по всей толщине стыкуемых элементов без накладок;

- поперечные стыковые швы деталей, расположенные перпендикулярно силовому потоку, рекомендуется выполнять в свободном состоянии во избежание создания при сварке металлических конструкций реактивных напряжений.

Продольные стыковые сварные швы стенок коробчатых и двутавровых сварных балок располагают, по возможности, в растянутой зоне балки.

Расстояние от продольного стыка до таврового соединения пояса со стенкой должно быть не менее 20 % высоты балки. Расстояние от продольного стыка до продольного ребра (если оно имеется на данном элементе) должно быть не менее 50 мм.

В сварных двутавровых балках, балках коробчатого сечения и стержнях стыки поясов рекомендуется смещать относительно стыков стенок не менее чем на 150 мм.

Собранные на стендах или в приспособлениях металлические конструкции после проверки положения их элементов следует закреплять при помощи прихваток, струбцин или зажимов [5].

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

Размеры, расположение и количество прихваток должны быть такими, чтобы обеспечить надежную фиксацию соединяемых элементов до выполнения основных швов. Размер прихваток на расчетных элементах (сборочных единицах) металлической конструкции должен быть по длине не менее 30 мм, а по высоте – не менее  $2/3$  размера катета шва или толщины элементов, свариваемых встык.

Прихватки, накладываемые для соединения деталей, должны быть размещены в местах расположения сварных швов и переплавлены в процессе сварки. Перед выполнением сварного шва шлак с прихваток должен быть удален.

Для временного соединения деталей прихватки допускается размещать вне мест расположения сварных швов. После выполнения окончательных операций сварки временные прихватки должны быть удалены, а места их расположения зачищены до основного металла.

Выполнение прихваток при сборке должно быть осуществлено с применением тех же сварочных материалов (сварочной проволоки), что и для сварки конструкций.

Прихватки, накладываемые при сборке перед сваркой на расчетные элементы металлических конструкций, должны выполнять сварщики, аттестованные в соответствии с национальными требованиями, действующими в государствах, принявших ГОСТ 34587-2019 [5].

## 2.2.4 Требования к сварке

Сварку металлических конструкций при изготовлении необходимо производить в соответствии с требованиями технологического процесса, устанавливающего способ сварки, порядок выполнения швов и режимы сварки. Технологии выполнения сварки, используемые при изготовлении грузоподъемных машин, подлежат аттестации в соответствии с нормативными документами государств, принявших настоящий стандарт.

Сварочные работы должны быть выполнены с соблюдением требований техники безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.003.

К выполнению работ по сварке несущих металлических конструкций должны допускаться только сварщики, аттестованные в соответствии с национальными требованиями, действующими в государствах, принявших ГОСТ 34587-2019.

Сварку однослойных и многослойных тавровых и угловых швов без разделки кромок для всех марок сталей проводят без подогрева основного металла, если сечение шва равно или больше значений, приведенных в таблице 5 [5], а коэффициент формы шва  $b/h$  – более 1,3 (см. рисунок 3 [5]).

Положение свариваемых конструкций должно обеспечивать наиболее удобные условия для работы сварщика и получения качественных сварных соединений. В необходимых случаях следует применять специальные сварочные приспособления для позиционирования конструкции (позиционеры, кантователи и др.), а также средства доступа для сварщика (леса, люльки и др.). Сварка при нахождении сварщика на приставной лестнице запрещается.

Не разрешается зажигать дугу на основном металле вне границ шва, а также выводить кратер на основной металл.

Если процесс сварки прерван, возобновлять его разрешается только после очистки концевой участка шва длиной не менее 50 мм и кратера от шлака. Кратер должен быть заплавлен (заварен) [5].

## 2.2.5 Требования к контролю

Качество изготовления металлической конструкции в соответствии с требованиями настоящего подраздела должно быть проверено подразделением технического контроля изготовителя и лабораторией неразрушающего контроля. Результаты контроля оформляют протоколами контроля качества.

Отклонения геометрических размеров, формы и расположения поверхностей металлических конструкций в готовой сборочной единице после сварки не должны превышать значений, указанных в чертежах или технических условиях на конкретную машину, а при их отсутствии – значений, приведенных в таблице А.1 (смотри приложение А ГОСТ 34587-2019). Для отдельных типов кранов значения допустимых отклонений приведены в стандартах на эти краны.

Примечание – Значения предельных отклонений размеров, формы и расположения поверхностей металлических конструкций, приведенные в приложении А, применимы в тех случаях, когда указанные отклонения не влияют на условия сопряжения элементов конструкции, функционирование механизмов машины и не приводят к изменению условий нагружения расчетных элементов.

Программу контроля качества сварных соединений устанавливают в конструкторской и технологической документации или разрабатывают в виде отдельного документа.

Контроль качества сварных соединений при изготовлении металлических конструкций должен быть осуществлен следующими методами [5]:

- визуальным и измерительным;
- радиографическим, ультразвуковым и другими методами неразрушающего контроля, обеспечивающими выявляемость дефектов, соответствующую требованиям настоящего стандарта;
- путем механических испытаний контрольных образцов.

Визуальному и измерительному контролю должно подвергаться 100 % сварных соединений.

100 % сварных соединений расчетных элементов металлических конструкций из высокопрочных сталей подвергают радиографическому или ультразвуковому контролю по всей длине сварного шва.

Дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, должны быть устранены до выполнения последующей технологической операции или до приемки объекта контроля. Если дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, не препятствуют дальнейшему применению других видов неразрушающего контроля, эти дефекты могут быть устранены после завершения контроля другими видами контроля.

Радиографическому или ультразвуковому контролю подвергают все сварные соединения расчетных элементов конструкции, разрушение которых влечет потерю несущей способности конструкции.

Минимальный объем контроля в процентах от длины сварного шва приведен в таблице 2.1. Перед проведением контроля соответствующие участки сварного соединения должны быть промаркированы.

Контроль качества сварных соединений, не указанных в таблице 6, проводят любым из методов неразрушающего контроля, обеспечивающих выявляемость дефектов, соответствующую требованиям настоящего стандарта. При этом контролю подлежит не менее 25 % длины сварного шва.

Если при проверке качества сварного соединения методами неразрушающего контроля обнаружены недопустимые дефекты, то должны быть выполнены контроль 100 % длины шва и исправление дефектных участков швов в соответствии с технологическим процессом и инструкциями изготовителя.

Таблица 2.1 – Объем контроля сварных соединений при радиографическом или ультразвуковом контроле [5]

Описание сварных соединений	Количество сварных швов, подлежащих контролю, % от общего числа	Объем контроля, % от длины сварного шва, не менее	Обязательные условия контроля
1	2	3	4
Поперечные и продольные стыковые соединения в стенках коробчатых и двутавровых балок, а также в поясах балок и ферм, в которых не возникают растягивающие напряжения при любых комбинациях нагрузок	100	25 – при РК 50 – при УЗК	В том числе по 15 % длины от начала и от конца соединения
Поперечные стыковые соединения в поясах балок и ферм	100	50 – при РК 100 – при УЗК	В том числе по 25 % длины от начала и от конца соединения

1	2	3	4
Поперечные стыковые соединения расчетных элементов, подвергаемых сложному переменному нагружению (стрелы, хоботы, речные коробки, колонны, опоры порталов и пр.), кранов групп режима А7 и выше	100	75 – при РК 100 – при УЗК	В том числе по 25 % длины от начала и от конца соединения на каждом поясе и стенке
Стыковые соединения в элементах трубчатых ферменных и одностержневых конструкций (оттяжки, тяги и пр.)	100	100 – при РК 100 – при УЗК	–
Соединения балок и стержней ферм с фланцами, загруженными продольными силами, изгибающими и/или крутящими моментами	100	100 – при РК 100 – при УЗК	–
Места пересечения стыковых швов	25	–	РК
Примечание – РК – радиографический контроль; УЗК – ультразвуковой контроль.			

## 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 поворотной крана. Участок сборки-сварки был вычерчен в программе *Компас 3D V16*.

## 2.4 Постановка задачи

При выполнении выпускной квалификационной работы надо обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

Для этого требуется решить следующий ряд задач:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) определить режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;

4) определить потребный состав всех основных элементов производства;

5) произвести расчёт и конструирование оснастки;

6) разработать участок сборки и сварки рамы поворотной крана.

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Анализ исходных данных

##### 3.1.1 Основные материалы

Рама поворотная крана представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из листового проката. Конструкция изготавливается из сталей 10ХСНД и 08пс.

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 10ХСНД в % (ГОСТ 19281-89) [6]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>N</i>
до 0,12	0,5-0,8	0,8-1,1	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,035	0,040	0,008

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 10ХСНД [6]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %
350	390	19

10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и

коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [6].

Химический состав и механические свойства стали 08сп приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 08сп в % (ГОСТ 1050-2013) [6]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>
			Не более				
0,05-0,11	0,05-0,17	0,35-0,65	0,035	0,03	0,30	0,10	0,30

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 08сп (ГОСТ 1050-2013). [6]

$\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_t$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %
290	175	35	60

Сталь марки 08ПС отличается отличной свариваемостью, любыми методами (под флюсом АДС, КТС, РДС). При перегреве на поверхности стали не образуются трещины. Сваривая листы толстые из данной стали, необходимо вести сварки в несколько слоёв. Но после термообработки сварка невозможна, что обусловлено высоким содержанием углерода, которым перенасыщается сплав в процессе термической обработки.

Благодаря отличной свариваемости из данной стали изготавливают электросварные трубы для электронагревателей, и различные изделия для применения их в машиностроении. Исходя из характеристик стали 08пс, её выгодно использовать при изготовлении подшипников, проволоки, комплектующих. Особенности химического состава стали делают её незаменимой при производстве элементов, эксплуатация которых ведётся под большими нагрузками. Подходит сталь 08пс для создания плакирующего слоя.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [7]:

- 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 [8]:

$$C_{\text{эКВ}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

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 08пс:

$$C_{\text{эКВ}} = 0,05 + (0,35/6) + (0,05/24) + (0,3/10) + 0,1/5 = 0,16 \text{ \%}.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{эКВ}} = 0,1 + (1,0/5) + (1,0/24) + (1,0/10) = 0,34 \text{ \%}.$$

Сталь 10ХСНД – низколегированная конструкционная ГОСТ 19281-73 [6]. Сталь 08пс – углеродистая ГОСТ 1050-2013 [6]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [9]. 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.

### **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 10ХСНД, 08кп рекомендуются следующие способы сварки: плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка [9]. Сварка под слоем флюса и электрошлаковая сварка нам не подходят, так как данные виды сварки применяются для швов большой протяженности (не менее 1 метра). Поэтому выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов  $Ar$  и  $CO_2$  ( $Ar$  – 80%,  $CO_2$  – 20%) *ISO 14175 – M21* как данный вид сварки является наиболее экономичным.

### **3.1.3 Выбор сварочных материалов**

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра.

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [10]

Марка проволоки	Химический состав						
	C	Mn	Si	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 3.6 – Механические свойства металла шва [11]

Марка проволоки	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	KV, Дж	KCU, Дж/см <sup>2</sup>	
			-20 <sup>0</sup> С	-40 <sup>0</sup> С	-60 <sup>0</sup> С
СВ-08Г2С-О	510	22	47		43

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175-M21 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010 «Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов»).

### 3.2 Расчёт технологических режимов

К параметрам сварки в смеси газов плавящимся электродом относятся [7]:

- 1) Диаметр электродной проволоки  $d_{эл}$ ;
- 2) Сварочный ток  $I_c$ ;
- 3) Напряжение сварки  $U_c$ ;
- 4) Расход защитного газа  $g_{зг}$ ;

- 5) Скорость сварки  $V_c$ ;
- 6) Скорость подачи электродной проволоки  $V_{эп}$ ;
- 7) Вылет электродной проволоки  $l_в$ ;
- 8) Общее количество проходов  $n_{по}$ .

Рассчитаем тавровое соединение Т1-  $\Delta$ 2 которое показано на рисунке 3.1:

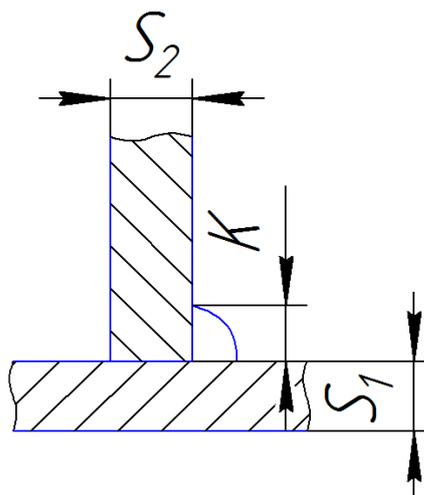


Рисунок 3.1 – Тавровое соединение Т1 -  $\Delta$ 2 ГОСТ 14771-76:

$S$  – толщина листа,  $K$  – катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [7]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где  $K$  – катет шва.

Принимаем  $h_p = 0,7 \times K$ , тогда:

$$h_p = 0,7 \times 2 = 1,4 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки  $d_{эп}$  определяем по формуле [7]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{1,4} \pm 0,05 \times 1,4 = 1,02 \dots 1,16 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем  $d_{эп} = 1,2$  мм.

Скорость сварки определяем по формуле [7]:

$$V_c = 1060 \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где  $K_v$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  $K_v=1060$ ;  
 $e$  – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 2 = 2,98 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_c = 1060 \times \frac{1,4^{1,61}}{2,98^{3,36}} = 47 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 168 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [7]:

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где  $K_i$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  $K_i=430$ .

$$I_c = 430 \times \frac{1,4^{1,32}}{2,98^{1,07}} = 208 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов  $Ar + CO_2$  необходимо вводить поправочный коэффициент  $k_{см}$ ,  $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$ .

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 208 \times (1,1 \dots 1,12) = 229 \dots 239 \text{ А.}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [7]:

$$U_c = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.7)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \times (229 \dots 239) = 25,5 \dots 25,9 \text{ В,}$$

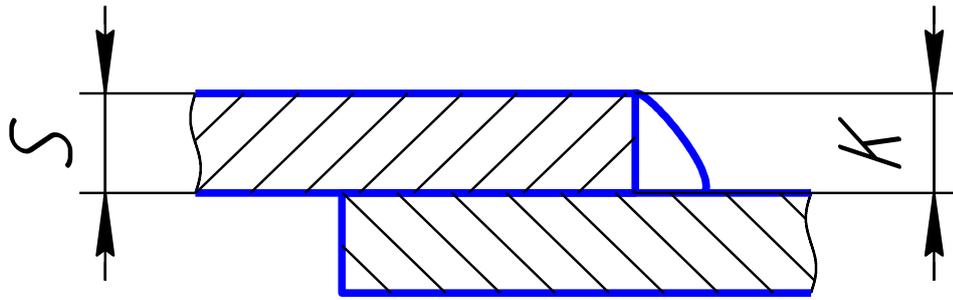
Расход защитного газа  $Ar + CO_2$  для соответствующих проходов [7]:

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_c^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times (229 \dots 239)^{0,75} = 0,194 \dots 0,201 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 11,7 \dots 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

Рассчитаем нахлесточное соединение Н1-Δ4 которое показано на рисунке

3.2:



$S$  – толщина листа,  $K$  – катет

Рисунок 3.2 – Нахлесточное соединение Н1-  $\Delta 4$  ГОСТ 14771-76:

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [7]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где  $K$  – катет шва.

Принимаем  $h_p = 0,7 \times K$ , тогда:

$$h_p = 0,7 \times 4 = 2,8 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки  $d_{эп}$  определяем по формуле [167]

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{2,8} \pm 0,05 \times 2,8 = 1,15 \dots 1,43 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем  $d_{эп} = 1,2$  мм.

Скорость сварки определяем по формуле [7]:

$$V_c = 1060 \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где  $K_v$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  $K_v = 1060$ ;

$e$  – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 4 = 6,2 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_c = 1060 \times \frac{2,8^{1,61}}{6,2^{3,36}} = 12 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 42 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [7]:

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где  $K_i$  – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,  $K_i=430$ .

$$I_c = 430 \times \frac{2,8^{1,32}}{6,2^{1,07}} = 235 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов  $Ar + CO_2$  необходимо вводить поправочный коэффициент  $k_{см}$ ,  $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$ .

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 235 \times (1,1 \dots 1,12) = 258 \dots 270 \text{ А.}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [7]:

$$U_c = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.7)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \times (258 \dots 270) = 26,9 \dots 27,5 \text{ В,}$$

Расход защитного газа  $Ar + CO_2$  для соответствующих проходов [7]:

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_c^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times (258 \dots 270)^{0,75} = 0,212 \dots 0,22 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12,7 \dots 13,2 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.7.

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Режимы сварки в  $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$ , мм	$V_c$ , м/ч	$I_c$ , А	$U_c$ , В	$l_b$ , мм	Расход газа, л/мин	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Нест.	1,2	30-36	230-240	23-24	14,4	11-12	1
2	T3 	1,2	40-42	260-270	27-28	14,4	12-13	1
3	H1 	1,2	40-42	260-270	27-28	14,4	12-13	1
4	H1 - 	1,2	10-20	260-280	26-28	14,4	15-17	2
5	H1 - 	1,2	10-20	260-280	26-28	14,4	15-17	3
6	Нест.	1,2	30-36	230-240	23-24	14,4	11-12	1
7	Нест.	1,2	19-21	250-260	26-27	14,4	12-13	1

8	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14,4	15-17	1
9	H1 - $\triangle$ 5	1,2	30-36	230-240	23-24	14,4	11-12	1
10	H1 $\triangle$ 4	1,2	30-36	230-240	23-24	14,4	11-12	1
11	T1 $\triangle$ 6	1,2	40-42	260-270	27-28	14,4	12-13	1
12	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14,4	15-17	1
13	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14,4	15-17	3
14	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14,4	15-17	2
15	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14,4	15-17	1
16	T1 $\triangle$ 2	1,2	30-36	230-240	23-24	14,4	11-12	1

### 3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источник сварочного тока и подающий механизм для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа ISO 14175-M21 плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки  $I_c = 230-280$  А, напряжение сварки  $U = 23-28$  В. Согласно требуемым условиям, выбираем комплект ПДГО-515 и Пионер-5000 [12].

Полуавтомат ПДГО-515 в комплекте с универсальным инверторным сварочным источником Пионер-5000 предназначен для полуавтоматической сварки стальной и порошковой проволокой в среде защитных газов. Полуавтомат предназначен для управления системой подачи сварочной проволоки и сварочным источником по заданному алгоритму (циклу).

Основные сферы применения сварочного комплекта: автомобилестроение, машиностроение, кораблестроение, строительство промышленных объектов, нефтегазовая промышленность, технические работы на плавучих платформах.

Управление полуавтоматом осуществляется органами управления, расположенными на механизме подачи, и кнопкой на горелке. Полуавтомат имеет независимое, плавно-ступенчатое регулирование скорости подачи электродной проволоки, которое регулируется ручкой потенциометра, расположенного на механизме подачи. Интенсивность подачи электродной проволоки обеспечивается путем замены ведущих шестерен подающего механизма [12].

Технические характеристики комплекта ПДГО-515 и Пионер-5000 приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики комплекта ПДГО-515 и Пионер-5000 [12]

Наименование параметра	Значения
1	2
напряжение питающей сети, В, (f=50 Гц)	27
количество роликов, шт.	2
номинальный сварочный ток, А	500
номинальный режим работы (ПВ), %	60
пределы регулирования сварочного тока, а (в зависимости от выбранного сварочного источника)	до 500
диаметр стальной сплошной проволоки, мм	1,0-2,0
диаметр порошковой проволоки, мм	1,2-2,0
пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	
-при $z^*=35$	80-980
-при $z^*=18$	40-500
пределы регулирования времени предварительной продувки газа, с (только в режиме “длинные швы”)	0,2-1,2

1	2
пределы регулирования времени задержки отключения выпрямителя (вылет проволоки), с	0,2-1,5
пределы регулирования времени нарастания скорости подачи электродной проволоки от минимального до установленного значения (мягкий старт)	0,2-2,0
тип разъема сварочной горелки	евроразъем
габаритные размеры, мм	695x325x550
масса с колесами, кг	24
<p>Регулировка напряжения возможна только для выпрямителей, допускающих возможность дистанционной регулировки напряжения.</p> <p>* типоразмер ведущей зубчатой шестеренки, установленной в механизме подачи проволоки.</p>	

### 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 поворотной крана предлагается применять для выполнения сборочных и сварочных операций приспособление сборочно-сварочное. Приспособление сборочно-сварочное должно устанавливаться нижней и верхней поверхности сб. ед. поз. 5 рамы поворотной крана строго горизонтально. Также на приспособлении сборочно-сварочном должны быть площадки, на которые будет укладываться сб. ед. поз. 1 рамы поворотной крана

и упор для правильного позиционирования рамы поз. 5. На площадках должны быть установлены винтовые прижимы для горизонтальной регулировки сб. ед. поз. 1 рамы поворотной крана, чем обеспечивается симметричность относительно базы Ц<sub>1</sub>.

Внешний вид приспособления сборочно-сварочного показан на чертеже ФЮРА.000001.177.00.000 СБ. Спецификация приспособления сборочно-сварочного приведена 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 [13].

На рисунке 3.3 показаны варианты технологической схемы изготовления рамы поворотной крана.

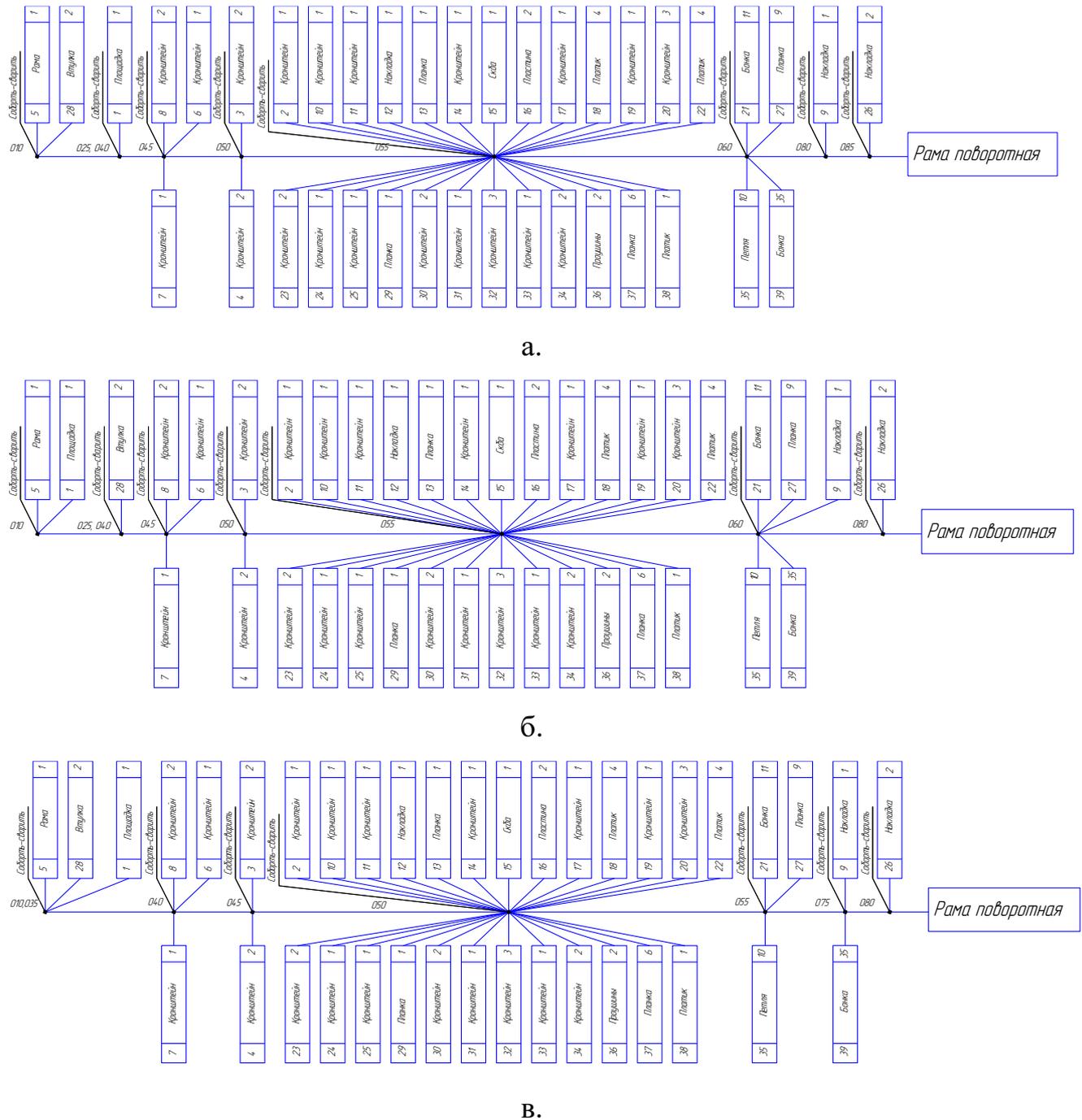


Рисунок 3.3 – Технологические схемы изготовления рамы поворотной крана

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.3а как наиболее технологичный. В варианте «б» накладка поз.9 приваривается в операции 060, и потом она мешает установке детали поз. 26. В варианте «в» бонки поз. 39 устанавливаются в следующей операции, что увеличивает время на сборку.

### **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 [14].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

При изготовлении рамы поворотной крана применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [14].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетомеров.

Операционный контроль сварочных работ.

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

Перед началом сварки проверяется [14]:

- 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 [14]:

- 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 сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится [14]:

- визуально измерительным контролем с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%;
- неразрушающими методами (ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

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

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.

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

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 [14].

При изготовлении рамы поворотной крана применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального и измерительного контроля [14]:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

Для ВИК применяются комплект ВИК «Эксперт» [15].

Ультразвуковой контроль.

Ультразвуковой контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-85 и настоящей инструкции [16].

Контроль сварных соединений проводят на поисковой чувствительности, измерение характеристик, выявленных несплошностей (условной протяженности) выполняет на контрольной чувствительности, а оценку допустимости выявленных несплошностей по амплитуде проводят на уровне предельной чувствительности (п.4.19 настоящей инструкции [16]).

Контроль сварных швов, как правило, проводят по совмещенной схеме включения преобразователя, то есть используя один преобразователь в режиме излучения и приема.

При контроле преобразователь устанавливают на поверхность изделия в зоне зачистки перпендикулярно оси шва и перемещают его вдоль шва, совершая возвратно-поступательные движения и поворачивая преобразователь относительно его оси на  $10-15^{\circ}$  влево и вправо. Шаг перемещения (сканирования) при этом не должен превышать половины размера пьезопластины преобразователя.

Для повышения достоверности контроль сварных швов проводят, как правило, с двух сторон шва. При отсутствии доступа с одной из сторон, контроль выполняют только с одной стороны, а в заключении по результатам контроля обязательно отмечают недоступные для контроля участки.

Признаком обнаружения дефекта является появление в зоне контроля на экране дефектоскопа эхо-сигнала, превышающего по амплитуде установленный при настройке контрольный уровень чувствительности.

Перед проведением оценки следует отделить ложные эхо-сигналы от полезных. Ложные эхо-сигналы могут быть обусловлены неровностями поверхности, конструктивными особенностями и другими причинами.

Для этого следует измерить координата и определить местоположение отражающей поверхности. Если отражатель находится в зоне контроля (в зоне наплавленного, металла), необходимо перейти к определению измеряемых характеристик [16]:

- амплитуда эхо-сигнала (или эквивалентной площади дефекта);
- условной протяженности;
- количества дефектов на определенном участке сварного шва.

Выявленные при контроле дефекты разделяют на точечные и протяженные.

Точечным считают дефект, условная протяженность которого не превышает, условной протяженности искусственного отражателя, размеры которого определяются эквивалентной площадью (или диаметром плоскодонного отверстия) и выполненного на глубине залегания дефекта.

Протяженным считается дефект, условная протяженность которого превышает значения, установленные для точечного дефекта.

Условная протяженность при этом определяется как расстояние по поверхности изделия между крайними положениями преобразователя. За крайние положения преобразователя принимаются такие, при которых амплитуда эхо-сигнала от выявленного дефекта уменьшается до контрольного уровня чувствительности (на 6 дБ выше предельного) [16].

Методика контроля стыковых сварных соединений.

При контроле стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, следует учитывать следующие особенности: помимо эхо-сигналов от дефектов типа непроваров и трещин, располагающихся преимущественно в корневой зоне, а также пор и шлаковых включений, которые могут находиться в любой зоне наплавленного металла шва, на экране дефектоскопа в зоне контроля, могут появиться эхо-сигналы от [16]:

- провисаний в корне шва;
- смещения кромок из-за различной толщины или из-за несоосности свариваемых элементов.

Контроль-проводится прямым и однократно отраженным лучом с двух сторон шва с наружной стороны изделия. По внутренней поверхности допускается контролировать стыковые сварные соединения с внутренним диаметром изделия не менее 1200 мм.

При невозможности проведения контроля прямым ила однократно отраженным лучом допускается проводить контроль многократно отраженным лучом. Схемы контроля стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, приведены на рисунке 5 [16].

Контроль выполняется наклонными преобразователями, параметры которых выбираются по таблице 3 [16] в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельнодопустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической документации, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 настоящей инструкции [16].

Швы стыковых сварных соединений из элементов разной толщины контролируют со стороны листа большей толщины только прямым лучом, а со стороны листа меньшей толщины – прямым и однократно отраженным лучами (рисунок 5 [16]).

Признаком обнаружения дефектов является появление на экране дефектоскопа эхо-сигналов в зоне контроля.

Чтобы отличить ложные эхо-сигналы от эхо-сигналов от дефектов, следует определить координаты обнаруженных отражателей.

Методика контроля угловых и тавровых сварных соединений

Угловые и тавровые сварные соединения могут выполняться как из плоских элементов, так и из цилиндрических.

По конструкции угловые и тавровые сварные соединения могут быть двух категорий; с полным проплавлением или с конструктивным зазором (непроваром).

При контроле угловых и тавровых сварных соединений с любым типом разделки кромок (*K*-образная, *V*-образная) особое внимание следует обращать на корневую зону шва, где наиболее вероятно наличие дефектов типа непроваров.

Контроль проводится прямым и однократно отраженным лучами с двух сторон шва наклонными преобразователями. При контроле тавровых и угловых сварных соединений. Элементов с плоскими стенками для контроля -применяют также прямые или раздельно-совмещенные преобразователи.

Контроль всех типов угловых и тавровых сварных соединений выполняется преобразователями, параметры которых выбираются по таблице 3 [16] настоящей инструкции в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельно-допустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической, документация, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 [16] настоящей инструкции.

Настройка скорости развертки и чувствительности дефектоскопа выполняется на испытательных образцах, толщина которых соответствует толщине контролируемого изделия, с искусственными отражателями, размеры которых соответствуют предельно допустимым размерам дефектов для конкретного контролируемого изделия.

Если дефектоскоп снабжен АРД-диаграммами и АРД-шкалами, то настройка проводится по ним без применения испытательных образцов в соответствии с методикой контроля, но соответствующий дефектоскоп [16].

Для УЗК используется дефектоскоп А1212 МАСТЕР. Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР приведены в таблице 3.9.

Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР – это модернизированный вариант дефектоскопа А1212 Мастер Профи. Обновленная модель А1212 представляет собой современный, полностью цифровой, дефектоскоп, обеспечивающий реализацию типовых и специализированных методик УЗК, высокую производительность и точность измерений. Дефектоскоп А1212 МАСТЕР предназначен для поиска и оценки дефектов, в объектах из металлов и пластмасс, с возможностью построения функции ВРЧ по 32-м точкам и АРД – диаграмм.

Таблица 3.9 – Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР [17]

Параметр	Значение	
1	2	
Диапазон установки скорости ультразвука	500-14 999 м/с	
Рабочие частоты	0,5-15 МГц	
Допустимые расхождения рабочих и номинальных частот	± 10%	
Пределы возможной абсолютной погрешности измерения глубины дефекта $H$ с прямым преобразователем	±(0,02H+1,00) мм	
Диапазоны измерения координат дефекта (по стали) наклонным преобразователем 65°:	глубины $H$	3-1300 мм
	дальности по поверхности $L$	5-2800 мм
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерения координат дефекта с наклонным преобразователем 65°:	глубины $H$	±(0,03H+1) мм
	дальности по поверхности $L$	±(0,03L+1) мм
Диапазоны измерения координат дефекта (по стали) с наклонным преобразователем 70°:	глубины $H$	3-500 мм
	дальности по поверхности $L$	7-1400 мм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения координат дефекта с наклонным преобразователем 70°:	глубины $H$	±(0,03H+1) мм
	дальности по поверхности $L$	±(0,03L+1) мм
Пределы допустимой абсолютной погрешности измерения отношений амплитуд сигналов на входе приемника	± 0,5 дБ	
Источник питания	аккумулятор	
Продолжительность работы от аккумулятора	8-12	
с минимальным. уровнем свечения экрана, ч	12	
с максимальным уровнем свечения экрана, ч.	8	
С включенным подогревом и подсветкой, ч.	-	

1	2
Габариты электронного блока	260x157x43 мм
Масса электронного блока, не более	0,8 кг
Тип дисплея	цветной <i>TFT</i>
Размер рабочей площади экрана, мм	77x58
Разрешение экрана	640x480
Заявленная наработка на отказ, не менее	35 000 ч
Заявленный срок службы, не менее	8 лет
Диапазон рабочих температур	от -30 до +55 °С

A1212 сделан в России и готов к работе, как в лабораторных условиях, так и на объектах подверженных агрессивным воздействиям окружающей среды – температуры, грязи, осадков. Надежность дефектоскопа подтверждается сертификатом Госстандарта.

Дефектоскоп A1212 Мастер имеет полностью цифровой тракт, поэтому он имеет ряд отличительных функций, присущих только приборам данного типа.

**Особенности дефектоскопа A1212 МАСТЕР.**

Полный цифровой тракт (ПЦТ). Данная особенность предполагает оцифровку сигнала до его детектирования. С помощью ПЦТ достигается высокая линейность измерения амплитуды, качественная цифровая фильтрация и обработка сигналов. Применение цифровой обработки позволяет отслеживать длинные временные интервалы без пропусков коротких импульсов.

Высокая частота зондирования. Данная особенность предполагает запоминание быстропротекающих процессов и вывод их на экран с определенной скоростью, доступной для нормального восприятия человеком.

Большой энергетический потенциал. Позволяет зарегистрировать более далекие и малые дефекты. С помощью цифрового фильтра и программируемого

многопериодного генератора сигналов возбуждения дефектоскопа можно дополнительно поднять уровень сигнала над шумом на 15-20 дБ.

Удобная конструкция. Эргономичный корпус, небольшой вес (800 грамм), малые габариты, ударопрочный пластик в корпусе прибора. Защита от грязи и пыли с помощью специальных пазов, уплотнителей и особой герметизации соответствует нормам не ниже *IP65*. Дефектоскоп А1212 МАСТЕР оптимален для работы в труднодоступных местах, ограниченных пространствах и командировках.

Многообразие энергопитания прибора. Дефектоскоп А1212 Мастер питается от встроенного аккумулятора, от сети или от пальчиковых элементов. Непрерывная работа дефектоскопа на заряженном аккумуляторе составляет не менее 8 часов.

Жидкокристаллический дисплей (640 x 480 точек) с белой подсветкой и системой подогрева экрана. Обеспечивает высокую контрастность, возможность работы в условиях низких температур, большой угол обзора и малое потребление энергии.

Интуитивный интерфейс. Управление прибором можно осуществлять интуитивно с помощью понятных меню, ассоциативных, пояснительных рисунков, схематичных обозначениях клавиш.

Возможность работы с внешним компьютером. Предполагает наличие всторенной памяти и возможность подключения к внешнему компьютеру. Данная особенность позволяет анализировать и документировать собранную информацию.

Возможность записи голосовых комментариев к сохраняемым кадрам с помощью беспроводной *Bluetooth* гарнитуры

Совместимость дефектоскопа А1212 Мастер с широким спектром ультразвуковых преобразователей различных производителей [17].

### 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 [18].

Разработка технологических процессов включает [18]:

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 [18]:

- 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 [18]:

- 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.

Изготовление рамы поворотной: сначала на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ устанавливается рама поз. 5 по упору с совмещением края упора с углом рамы поз. 5. На раму поз. 5 устанавливаются втулки поз. 28 (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 010). Далее производится зачистка св. соединения и околошовных зон от брызг сварки, наплывов и контроль (операция 015-020). Затем на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ устанавливается площадка поз. 1, перпендикулярность с дет. поз. 5 регулируется винтовыми упорами. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 025). Далее производится зачистка св. соединения и околошовных зон от брызг сварки, наплывов и контроль (операция 030-035). В операции 040 производится сварка св. швов № 14 и №3. После этого на сб. ед. устанавливаются кронштейны поз. 8 (2 шт.), кронштейны поз. 6 и поз. 7. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция

045). Далее на сб. ед. устанавливаются кронштейны поз. 3 (2 шт.) и кронштейны поз. 4 (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 050). После на сб. ед. устанавливаются кронштейны поз. 2, поз. 10, поз. 11, накладка поз. 12, планка поз. 13, кронштейн поз. 14, скоба поз. 15, пластины поз. 16 (2 шт.), кронштейн поз. 17, пластики поз. 18 (4 шт.), кронштейны поз. 19 и поз. 20 (3 шт.), пластики поз. 22 (4 шт.), кронштейны поз. 23, поз. 24, поз. 25, планка поз. 29, кронштейны поз. 30 (2 шт.), поз. 31, поз. 32 (3 шт.), поз. 33, поз. 34 (2 шт.), проушины поз. 36 (2 шт.), планки поз. 37 (6 шт.), пластик поз. 38. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 055). Потом на сб. ед. устанавливаются бонки поз. 21 (11 шт.), планки поз. 27 (9 шт.), петли поз. 35 (10 шт.) и бонки поз. 39 (35 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей. Сб. ед. перемещается на плиту слесарную (операция 060). В операции 065 производится сварка св. шва № 7. Далее производится зачистка св. соединения и околошовных зон от брызг сварки, наплывов и контроль (операция 070-075). Затем на сб. ед. устанавливается накладка поз. 9. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 080). После на сб. ед. устанавливается накладки поз. 9 (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 085). В операции 090 производится сварка св. швов № 4, №12, №13 и №2. Далее выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соед. от брызг сварки, срубаются наплывы) и контроль (операции 095-100).

Технологический процесс производства рамы поворотной крана 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 [19]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \times L + t_{\text{в.и}}, \quad (3.9)$$

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:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \times \left( 1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.10)$$

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% [19].

$$T_{\text{о}} = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n, \quad (3.11)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм<sup>2</sup>,

$I$  – сила сварочного тока, А;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup>;

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/(А×ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении рукояти экскаватора.

Исходные данные:

- марки сталей: 10ХСНД и 08пс;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70;
- сварные швы нахлесточные без разделки;
- положение шва нижнее;

– коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет  $\alpha_n=15$  г/(А×ч).

Время сварки для шва №5 Н1-Δ 16 ГОСТ 14771-76:

$$T_{oi} = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} + \frac{38,1 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} \times 2 = 10,96 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №9 Н1-Δ 1,5 ГОСТ 14771-76:

$$T_{oi} = \frac{1,5 \times 7,85 \times 60}{220 \times 15} = 0,26 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса дет. поз. 5  $m_1=654,8$  кг; установка дет. кран-балкой на приспособление  $t_1=2,3$  мин., масса дет. поз. 28 (2 шт.)  $m_2=6,8$  кг; установка дет. вручную на приспособление  $t_2=0,56$  мин.

Найдем время на прихватку:

1.  $0,15 \times 14 = 2,1$  мин.,

2.  $t_{в.и} = 2,3 + 0,56 + 2,1 = 4,96$  мин.

3.  $T_{н.ш-к} = (10,96 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 14,87$  мин.

$$T_{н.ш-к} = (0,26 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 1,28 \text{ мин.}$$

4.  $T_{ш} = 14,87 \times 1,38 + 1,28 \times 0,93 + 1,96 = 26,67$  мин.

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления рукояти экскаватора приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления рукояти экскаватора

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт}$ , мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-

Продолжение таблицы 3.10

010	Сборка-сварка	26,67
015	Слесарная	34,3
020	Контроль	24,1
025	Сборка-сварка	15,51
030	Слесарная	24,3
035	Контроль	12,8
040	Сварка	10,47
045	Сборка-сварка	17,66
050	Сборка-сварка	7,63
055	Сборка-сварка	41,45
060	Сборка-сварка	53,63
065	Сварка	5,6
070	Слесарная	19,3
075	Контроль	12,8
080	Сборка-сварка	8,18
085	Сборка-сварка	1,5
090	Сварка	6,6
095	Слесарная	119,9
100	Контроль	45
Итого		485,27

### 3.9 Материальное нормирование

#### 3.9.1 Затраты на металл

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [20]:

$$m_M = m \times k_o, \quad (3.6)$$

где  $m$  – вес одного изделия, кг (масса взята из подзаголовка 2.1);

$k_o$  – коэффициент отходов,  $k_o = 1,3$  [20];

$$m_M = 1110,5 \times 1,3 = 1443,65 \text{ кг},$$

### 3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [7]:

$$M_{ЭП} = K_{р. п.} \times (1 + \psi_p) \times M_{н.о.}, \quad (3.7)$$

где  $K_{р. п.}$  – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата,  $K_{р. п.} = 1,02 \dots 1,03$  [7]; принимаем  $K_{р. п.} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,  $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$  [7], принимаем  $\psi_p = 0,1$ ;

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

Массу наплавленного металла  $M_{н.о.}$  для шва №1 определяем по формуле:

$$M_{н.о.} = F_{н.о.} \times L_{ш} \times \rho, \quad (3.8)$$

где  $F_{н.о.}$  – площадь сечения наплавленного металла,  $F_{н.о.} = 4 \text{ мм}^2$ ;

$L_{ш}$  – длина шва,  $L_{ш} = 0,1 \text{ м}$ ;

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

$$M_{н.о.} = 4 \times 0,1 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,003 \text{ кг}.$$

Расчетные значения массы наплавленного металла занесем в таблицу

3.11.

Таблица 3.11 – Значения площади поперечного сечения наплавленного металла, длины сварных швов и массы наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм <sup>2</sup>	Длина шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	4	0,1	0,003
2	24,2	0,828	0,157
3	24,2	1,972	0,375
4	65,8	1,7	0,878
5	182,5	1,38	1,997
6	4	0,2	0,006
7	19	0,624	0,093
8	39	0,624	0,191
9	1,8	0,93	0,013
10	11,6	4,803	0,437
11	24,2	4,261	0,809
12	34	0,032	0,009
13	15,3	0,032	0,019
14	58	0,624	0,284
15	45	0,724	0,226
16	3	0,0	0,002
ИТОГО			5,51

Расход сварочной проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 5,51 = 6,243 \text{ кг.}$$

### 3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [7]:

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

где  $q_{з.г.}$  – расход защитного газа (см. пункт 3.2);

$t_c$  – время сварки,  $t_c = 135,27$  мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 13 \times 135,27 = 1758 \text{ л.}$$

### 3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [7]:

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

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки (см. пункт 3.2);

$t_c$  – основное время сварки шва (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока [12];

$P_x$  – мощность холостого хода источника [7];

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

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [7]).

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×ч;

$Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт×ч электроэнергии,  $Ц_{э.э.} = 5,63$  руб/кВт×ч [21];

$$W_{тэ} = \frac{26 \times 260 \times 0,225}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 2,029}{0,93} + 0,4 \times \left( \frac{2,254}{0,7} - 2,254 \right) = 18744 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 18,744 \times 5,63 = 105,53 \text{ руб.}$$

## **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 [22].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рамы поворотной крана используются приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ, которое обеспечивает установку в горизонтальное положение рамы поз. 5 и площадки поз. 1 рамы поворотной крана. Регулируемыми винтами регулируется симметричность рамы поз. 5 и площадки поз. 1. Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ состоит из: 1. Прижим (4 шт.); 2. Шпилька; 3. Швеллер 16П (2 шт.); 4. Гайка М24 (2 шт.); 5. Шайба 20 (2 шт.); 6. Уголок 50х50х900; 7. Швеллер 16П (2 шт.); 8. Швеллер 16П (2 шт.); 9. Швеллер 16П (2 шт.); 10. Швеллер 22П (2 шт.); 11. Швеллер 22П (2 шт.).

Принципиальная схема оправки показана на рисунке 4.1.

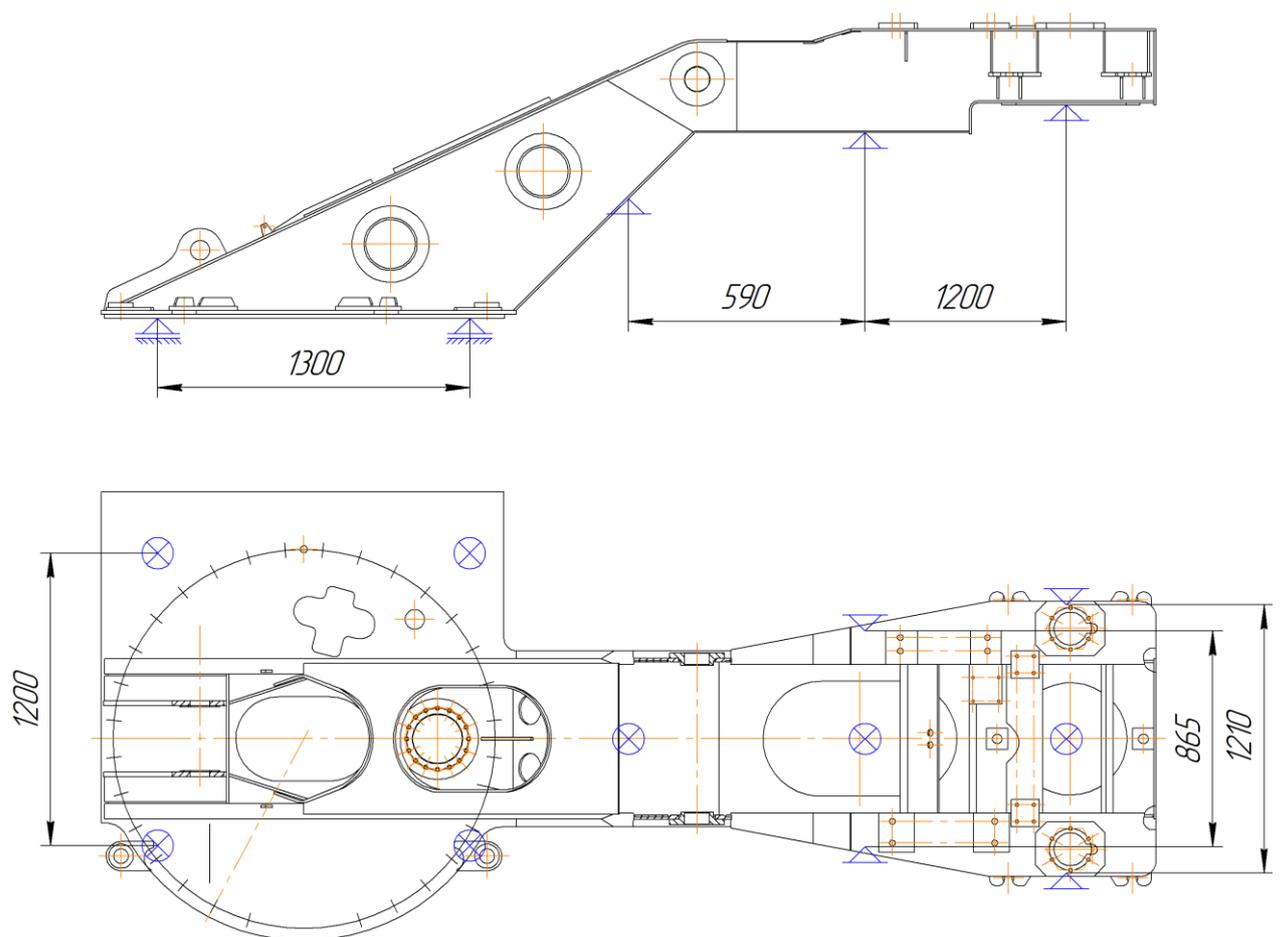


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема используются приспособления сборочно-сварочного

## 4.2 Расчёт элементов приспособления

Для крепления уголков поз. 15 на приспособлении сборочно-сварочном для крепления опоры на плите сборочной применяется болтовое соединение. Рассчитаем диаметр болтового соединения, состоящего и з четырех комплектов (гайка, болт, плоская шайба).

Диаметры болтов определим по формуле [23]:

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

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>.

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 1200 \times 2}{950}} = 2,33 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем  $d_p = 24$  мм [22].

### 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» [13].

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 [24]:

- 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 оправки 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 [25].

Для проектируемого участка сборки и сварки рамы поворотной крана 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 [19].

## 5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [18]:

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

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 010-060 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{268,52}{60} = 2238 \text{ ч.},$$

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

$$\Phi_d = \Phi_n - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2238}{3762} = 0,59,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,59}{1} = 0,59.$$

В процентном соотношении загрузка составит 59,48 %.

Так как операции 065-100 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{216,75}{60} = 1806 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{1806}{3762} = 0,48,$$

округляем  $n_p$  в большую сторону и принимаем  $n_p = 1$ .

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,48}{1} = 0,48.$$

В процентном соотношении загрузка составит 48,01 %.

### 5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 2238 + 1806 = 4044 \text{ ч.}$$

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

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных [18]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{4044}{1976} = 2,05. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{яв}} = 3$ . В первую смену работает 2 человека, а во вторую 1 человек.

Определим количество рабочих списочных [18]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{4044}{1739} = 2,33. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным  $P_{\text{сп}} = 3$ .

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

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 [25].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [25]:

- 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: плита слесарная, приспособление сборочно-сварочное, два комплекта ПДГО-515 и Пионер-5000, перемещение деталей осуществляется кран-балкой  $Q = 2,0$  т и краном мостовым  $Q = 5$  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 технологического процесса**

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления рамы поворотной крана Рама поворотная крана– сборная конструкция, входящая в состав основания крана. В качестве материала деталей изделия применяется стали марок 10ХСНД ГОСТ 19903-74 и 08сп ГОСТ 1050-2013.

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.177.00.000 СБ, которое состоит из прижима; шпильки; швеллера 16П; Гаек М24; шайб 20; уголка 50x50x900; швеллеров 16П; швеллеров 22П. Рама поз. 5 и площадка поз. 1 рамы поворотной крана устанавливаются на площадки приспособления сборочно-сварочного, также рама поз. 5 позиционируется по упору приспособления. Регулируемыми винтами обеспечивается симметричность собираемых деталей относительно базы Ц<sub>1</sub>.

Применим современное сварочное оборудование, состоящее из комплекта ПДГО-515 и Пионер-5000 [12].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рамы поворотной крана приведены в таблице 3.11.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [18]:

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

где  $C_{\text{год}}$  – себестоимость годового объема продукции, руб/изд x 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 [18]:

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

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 [18]:

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

где  $C_{O_i}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб. [26];

$O_i$  – 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 01.01.2022 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [26]

Наименование оборудования		$C_{O_i}$
Сэлма ПДГО-515 с ПИОНЕР-5000	2 шт.	188769

$$K_{CO} = 188769 \times 1 \times 0,59 = 111373 \text{ руб.}$$

$$K_{CO} = 188769 \times 1 \times 0,48 = 90609 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		$K_{CO}$ , руб.
Сэлма ПДГО-515 с ПИОНЕР-5000	2 шт.	201982
Итого		201982

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [18]:

$$K_{ПР} = \sum_{j=1}^m K_{ПРj} \times П_j \times \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

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

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

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

$$K_{\text{ПР1}}=81000 \times 1 \times 0,59=47790 \text{ руб,}$$

$$K_{\text{ПР2}}=230000 \times 1 \times 0,48=110400 \text{ руб,}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [27]

Наименование оборудования	$K_{\text{ПР}j}$ , руб.	$\Pi_j$ , шт	$K_{\text{пр}}$ , руб.
Приспособление ФЮРА.000001.177.00.000 СБ	81000	1	47790
Плита слесарная	230000	1	110400
ИТОГО			158190

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [18]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \times h \times k_{\text{в}} \times \Pi_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

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

Для предлагаемого технологического процесса:  $S = 129,8 \text{ м}^2$  (см чертеж ФЮРА.000002.177 ЛП),

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

$k_{\text{в}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 [18]

(так как известна полная площадь участка сборки-сварки,  $k_{\text{в}} = 1$ );

$\Pi_{\text{зд}}$  – стоимость 1м<sup>3</sup> здания на 01.01.2022 составляет,  $\Pi_{\text{зд}} = 94 \text{ руб/м}^3$ .

$$K_{\text{зд}} = 129,8 \times 12 \times 1 \times 94 = 146414 \text{ руб.}$$

## 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 [18]:

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

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 [28]:

$$C_{\text{М}} = N_{\text{М}} \times k_{\text{т.з.}} \times Ц_{\text{М,Н}_0} \times Ц_0 \text{ руб./изд.,} \quad (6.8)$$

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

$k_{т.з.}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов  $k_{т.з.} = 1,04$  [28].

$\Pi_m$  – средняя оптовая цена сталей 10ХСНД и 08пс, на 01.01.2022, руб./кг:

– для стали 10ХСНД = 40 руб./кг [29], при  $N_m = 1005,5 \times 1,3 = 1307,15$  кг;

– для стали 08пс = 41 руб./кг [30], при  $N_m = 105 \times 1,3 = 136,5$  кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [20].

$N_o$  – норма возвратных отходов;

$$N_o = N_m \times 0,3 = (1005,5 + 105) \times 0,3 = 333,15 \text{ кг/изд.};$$

$\Pi_o$  – цена возвратных отходов,  $\Pi_o = 20$  руб/кг.

$$C_m = 1,04 \times (1307,15 \times 40 + 136,5 \times 41) - 333,15 \times 20 = 53534,8 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [18]:

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

где  $G_d$  – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг:  $G_d = 5,51$  кг – для проволоки Св-08Г2С-О (смотри пункт 3.9);

$k_{nd}$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [7],  $k_{nd} = 1,03$ ;

$\psi_p$  – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [7],  $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$ , принимаем  $\psi_p = 1,1$ ;

$\Pi_{п.с.} = 22,88$  – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2022 [31];

$$C_{п.с.} = 5,51 \times 1,03 \times 1,1 \times 22,88 = 142,84 \text{ руб.}$$

### 6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [18]:

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

где  $g_{шкi}$  – расход смеси,  $g_{шкi} = 13$  л/мин. (смотри пункт 3.2);

$\Pi_{газ}$  – стоимость смеси, л.,  $\Pi_{газ} = 0,17$  руб./л. [32];

$t_c$  – время сварки в смеси газов, мин.,  $t_c = 135,27$  мин. (смотри технологический процесс);

$$C_{\text{газ}} = 13 \times 0,17 \times 135,27 = 298,94 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [18]:

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

где  $C_{\text{чи}}$  – часовая тарифная ставка на 01.01.2022, руб/ч.,  $C_{\text{чи}} = 74,85$  руб.;

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

$K_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате,  $K_{\text{доп}} = 1,2$  [18];

$K_{\text{сс}}$  – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая  $K_{\text{сс}} = 1,3$  [18].

$K_{\text{рай.}}$  – районный коэффициент,  $K_{\text{рай.}} = 1,3$  [18];

$$C_z = (74,85 \times 485,27 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3)/60 = 1227,7 \text{ руб/изд.}$$

### 6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [7]:

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

где  $U_c, I_c$  – электрические параметры режима сварки (см. пункт 3.2);

$t_c$  – основное время сварки шва (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$\eta_u$  – КПД источника сварочного тока [12];

$P_x$  – мощность холостого хода источника [12];

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

производства ( $K_u$  можно выбрать по таблице 3.2.2 [7]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{ТЭ} = W_{т.э.} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.10)$$

где  $W_{т.э.}$  – расход технологической электроэнергии; Вт×ч;

$Ц_{э.э.}$  – цена 1 кВт×ч электроэнергии,  $Ц_{э.э.} = 5,63$  руб/кВт×ч [21];

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \times 260 \times 0,225}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 2,029}{0,93} + 0,4 \times \left( \frac{2,254}{0,7} - 2,254 \right) = 18744 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$Z_{ТЭ} = 18,744 \times 5,63 = 105,53 \text{ руб.}$$

#### 6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [18]:

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

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования  $i$ -го типоразмера,  $a_i = 0,15$  % [18],

$r_i$  – коэффициент затрат на ремонт оборудования,  $r_i = 1,15 \dots 1,20$  [18],

$O_i$  – количество оборудования;

$\mu_{ij}$  – средний коэффициент загрузки оборудования.

$$C_3 = \frac{188769 \times 2 \times 0,537 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 467,4 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		С <sub>з</sub> , руб/изд.
Сэлма ПДГО-515 с ПИОНЕР-5000	2 шт.	467,4
ИТОГО		467,4

### 6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [18]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \times O_i \times \mu_{oi} \times a_i \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где  $a_j$  – норма амортизационных отчислений для оснастки  $j$ -го типоразмера,  $a_j=0,15$  [18];

$O_i$  – количество оборудования;

$\mu_{pij}$  – коэффициент загрузки оборудования.

$$C_{u1} = \frac{81000 \times 1 \times 0,595 \times 0,15}{500} = 14,45 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u2} = \frac{230000 \times 1 \times 0,48 \times 0,15}{500} = 33,13 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_u = 14,45 + 33,13 = 47,58 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц <sub>пр</sub> , руб	П <sub>ж</sub> , шт.	С <sub>и</sub> , руб/изд.
Приспособление ФЮРА.000001.177.00.000 СБ	81000	1	14,45

Плита слесарная	230000	1	33,13
ИТОГО			47,58

### 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 [28]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $\text{м}^2$ ,  $S = 129,8 \text{ м}^2$  (смотри чертеж ФЮРА.000002.177 ЛП);

$k_{\text{сп}}$  – коэффициент на содержание и ремонт помещения,  $k_{\text{сп}} = 0,08$  [28],

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$  – среднегодовые расходы на содержание 1  $\text{м}^2$  рабочей площади,  $\text{руб.}/\text{год} \times \text{м}$ ,  $\text{Ц}_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб.}/\text{год} \times \text{м}$ ;

$$C_{\text{п}} = \frac{129,8 \times 0,08 \times 250}{500} = 5,19 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

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	53534,8
2	Затраты на сварочные материалы	

2.1	Затраты на сварочную проволоку	142,84
2.2	Затраты на защитный газ	298,94
3	Заработная плата	1227,7
4	Затраты на электроэнергию	105,53
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	467,4
6	Расходы на амортизацию приспособлений	47,58
7	Затраты на содержание помещения	5,19
ИТОГО технологическая себестоимость:		55829,99

### 6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (53534,8 + 142,84 + 298,94 + 1227,7 + 105,53 + 467,4 + 47,58 + 5,19) = \\ = 27914996,26 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 202916 + 158611 + 146414 = 507941 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 27914996,26 + 0,15 \times 507941 = 27991187,48 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

### 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	8,09
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных рабочих, чел	3
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	1443,65
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. × год.	27991187,48
9	Себестоимость одного изделия, руб.	55829,99

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 507589 руб.;
- себестоимость продукции 27914995 руб.
- В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 28422584 руб/изд. × год.

## 7 Социальная ответственность

### 7.1 Описание рабочего места

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

При изготовлении рамы поворотной крана на участке используется следующее оборудование:

- комплект ПДГО-515 и Пионер-5000 2 шт.;
- пелита слесарная 2 шт.;
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.

ФЮРА.000001.177.00.000 СБ;

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т и кран-балкой 2,0 т.

Рама поворотная крана– сборная конструкция, входящая в состав основания крана. Масса рамы поворотной крана составляет 1110,5 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали марки 10ХСНД и 08кп. Сварка производится в смеси  $Ar$  (80 %) +  $CO_2$  (20 %) ISO 14175 – M21 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 шестью 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  $S = 129,8 \text{ м}^2$ .

## **7.2. Законодательные и нормативные документы**

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

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

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует

принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

К нормативным документам относятся:

1) ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

2) ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

3) ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. 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.

### **7.3 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% (ПДК 0,1-0,2  $\text{мг/м}^3$ ), а также  $\text{CO}_2$  до 0,5÷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 0,02 г/кг расходуемого материала (ПДК 1  $\text{мг/м}^3$ ) [33, 34].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц  $< 0,1$  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 [34].

На участке сборки и сварки изготовления рамы поворотной крана применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет  $0,3 \div 3$  метров в секунду [35].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [36]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n,$$

где  $A$  и  $B$  – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [34];

$n$  – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [37]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_v}, \quad (7.2)$$

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

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

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

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \times H = 1,62 + 0,8 \times 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \times H = 1,68 + 0,8 \times 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 4 = 52,69 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 52,69 \times 0,2 = 10,54 \text{ м}^3 \times \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет  $L_M = 37940 \text{ м}^3 \times \text{ч}$ .

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВРМ-9ДУ-РВ9 с двигателем 37 кВт 1500 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

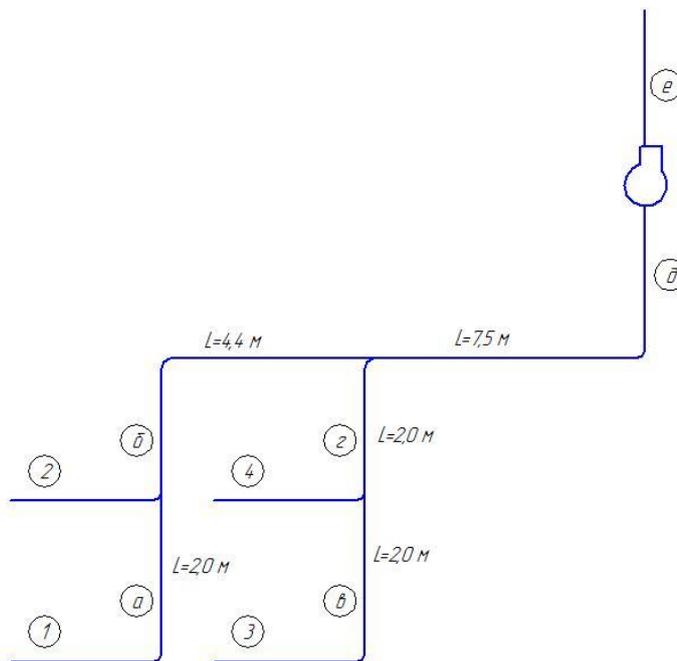


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 37940 \times 2/4 = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч}.$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [37]:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для второй ветви:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм},$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left( \frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left( \frac{37940}{0,2} \right)^{1/2} = 492 \text{ мм.}$$

## 2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- подающий механизм ПДГО-515;
- инверторный источник Пионер-5000;
- 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 [38].

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 [38].

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 противощумовые 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 энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250 ккал/ч) [34].

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 [39].

### **7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке**

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

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 6 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 3 светильника.

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

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

В производственной обстановке рабочие, находясь 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  $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \times \text{мин}$  [40].

## 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, исключая 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 4х12 мм.

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

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация частей рамы поворотной крана на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

#### **7.5 Охрана окружающей среды**

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 [40].

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 поворотной крана ФЮРА.КС-5371.177.00.000 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 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [40].

### 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 поворотной крана 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 [40].

## 7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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 ОП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

– ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

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

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рамы поворотной крана.

Для сборки-сварки рамы поворотной крана применена приспособление сборочно-сварочное, рассчитаны 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 – 129,8 м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 53,75 %.

Количество приведенных затрат – 28422584 руб./изд. × год.

## Библиография

1. Вавилов, А.В. Технология эксплуатации крана автомобильного: учеб. пособие / А.В. Вавилов, И.М. Черепанов. – Минск: РИПО, 2018. – 291 с.: ил.
2. А.М. Жерносеков, Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор) // Автоматическая сварка – 2012 – №1, С. 33-37.
3. Патон Б.Е., Максимов С.Ю., Сидорук В.С., Сараев Ю.Н. – К вопросу о саморегулировании дуги при сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №12 – 2014 – С. 3-11.
4. Мейстер Р.А., канд. техн. наук, Мейстер А.Р. Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе. Сварочное производство. 2013. №7. стр. 30 – 32.
5. ГОСТ 34587-2019 «Краны грузоподъемные, сварка стальных конструкций. Общие технические требования».
6. 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
7. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
8. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.
9. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. – М: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил. (Серия справочников для рабочих).
10. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
11. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения:04.04.2022)

12. Комплект ПДГО-515 и Пионер-5000 URL: [https://zavodselma.ru/komplekt\\_pdgo-515\\_pioner-5000/](https://zavodselma.ru/komplekt_pdgo-515_pioner-5000/) (дата обращения: 04.04.2022)

13. Крюков А.В. 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.

14. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

15. Комплект ВИК «Эксперт» URL: <https://ntcexpert.ru/vic/1322-komplekt-vik-expert> (дата обращения: 25.05.2022)

16. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.

17. Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР URL: <https://ntcexpert.ru/uc/ultrazvukovoi-defektoskop/576-ultrazvukovoj-defektoskop-a1212-master> (дата обращения: 16.04.2022)

18. 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.

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

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

21. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oaokuzbassenergo/> дата обращения: 18.05.2022)

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

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

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

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

26. Сэлма ПДГО-515 с ПИОНЕР-5000 *URL:*  
<https://svargaz.ru/catalog/svarochnye-poluavtomaty/selma-pdgo-515-s-pioner-5000/>  
(дата обращения: 19.05.2022)

27. Плиты сборочно-сварочные монтажные чугунные бу *URL:*  
[https://www.avito.ru/perm/oborudovanie\\_dlya\\_biznesa/plity\\_sborочно-svarochnye\\_montazhnye\\_chugunnye\\_bu\\_2354421590](https://www.avito.ru/perm/oborudovanie_dlya_biznesa/plity_sborочно-svarochnye_montazhnye_chugunnye_bu_2354421590) (дата обращения: 19.05.2022)

28. 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.

29. Полоса 45x505x2000 ст.10ХСНД *URL:*  
[https://kemerovo.pulscen.ru/products/polosa\\_45kh505kh2000\\_st\\_10khsnd\\_10093960\\_2](https://kemerovo.pulscen.ru/products/polosa_45kh505kh2000_st_10khsnd_10093960_2) (дата обращения: 18.05.2022)

30. Лист стальной холоднокатаный 3x1250x2500 мм 08пс ГОСТы 16523-97, 19904-9 *URL:*  
[https://nsk.pulscen.ru/products/list\\_stalnoy\\_kholodnokatany\\_3kh1250kh2500\\_mm\\_08ps\\_gosty\\_16523\\_97\\_19904\\_9\\_221019806](https://nsk.pulscen.ru/products/list_stalnoy_kholodnokatany_3kh1250kh2500_mm_08ps_gosty_16523_97_19904_9_221019806) (дата обращения: 18.05.2022)

31. 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: 16.05.2022)

32. 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: 16.05.2022)

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

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

35. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах *URL*: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 09.05.2022)

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

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

38. 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.

39. 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.

40. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL*: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-hto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 09.05.2022)

Приложение А  
(обязательное)  
Спецификация Рама поворотная

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					<u>Документация</u>		
				ФЮРА.0000001.177.00.000 СБ	Сборочный чертеж		7xА1
					<u>Сборочные единицы</u>		
			1	ФЮРА.0000001.177.100.000	Площадка	1	
			2	ФЮРА.0000001.177.200.000	Кронштейн	1	
			3	ФЮРА.0000001.177.300.000	Кронштейн	2	
			4	ФЮРА.0000001.177.400.000	Кронштейн	2	
Подп. и дата			5	ФЮРА.0000001.177.500.000	Рама	1	
			6	ФЮРА.0000001.177.600.000	Кронштейн	1	
			7	ФЮРА.0000001.177.700.000	Кронштейн	1	
			8	ФЮРА.0000001.177.800.000	Кронштейн	2	
Инв. № докл.					<u>Детали</u>		
			9	ФЮРА.0000001.177.000.001	Накладка	1	
Взам. инв. №			10	ФЮРА.0000001.177.000.002	Кронштейн	1	
			11	ФЮРА.0000001.177.000.003	Кронштейн	1	
			12	ФЮРА.0000001.177.000.004	Накладка	1	
Подп. и дата			13	ФЮРА.0000001.177.000.005	Планка	1	
			14	ФЮРА.0000001.177.000.006	Кронштейн	1	
Инв. № докл.	ФЮРА.0000001.177.00.000						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разработ.	Пашков				Лит.	Лист
	Проб.	Кузнецов					Листов
						1	2
					Рама поворотная		
					ЮТИ ТПУ гр. 3-10А70		
					Копировал		
					Формат А4		







ГОСТ 3.1105-84 Форма 2

Дубл.									
Взам.									
Подл.									
							26		1
		ФЮРА.КС-5371177.00.000							
		Рама поворотная							
<p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b></p> <p><b>на технологический процесс</b></p> <p><b>сборки-сварки</b></p>									
		Разработал		Пашков Д.В.					
		Проверил		Кузнецов М.А.					
		Н. контр.		Кузнецов М.А.					
		Рецензент							
		Акт							
Т/Л	Титульный лист								1



Дцкл	Взам	Подл	Разраб.	Проб.	Нормир.	Нач. Б.ТК	Н. контр.	К/М	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	я	я	я	я	я	я	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.				
															ФЮРА.КС-5371177.00.000									
<i>Рама поворотная</i>																								
К01															Наименование	Материал	Кол-во							
02														Обозначение										
03													1	ФЮРА.КС-5371177.100.000	Площадка	10ХСНД	1							
04													2	ФЮРА.КС-5371177.200.000	Кронштейн	10ХСНД	1							
05													3	ФЮРА.КС-5371177.300.000	Кронштейн	10ХСНД	2							
06													4	ФЮРА.КС-5371177.400.000	Кронштейн	10ХСНД	2							
07													5	ФЮРА.КС-5371177.500.000	Рама	10ХСНД	1							
08													6	ФЮРА.КС-5371177.600.000	Кронштейн	10ХСНД	1							
09													7	ФЮРА.КС-5371177.700.000	Кронштейн	10ХСНД	1							
10													8	ФЮРА.КС-5371177.800.000	Кронштейн	10ХСНД	2							
11													9	ФЮРА.КС-5371177.000.001	Накладка	10ХСНД	1							
12													10	ФЮРА.КС-5371177.000.002	Кронштейн	10ХСНД	1							
13													11	ФЮРА.КС-5371177.000.003	Кронштейн	10ХСНД	1							
14													12	ФЮРА.КС-5371177.000.004	Накладка	10ХСНД	1							
15													13	ФЮРА.КС-5371177.000.005	Планка	10ХСНД	1							
16													14	ФЮРА.КС-5371177.000.006	Кронштейн	10ХСНД	1							
17																								
КК	Комплектовочная карта																							4

К/М	Цех	УЧ.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	Разл. п.	
													Общ. п.	Такт. п.
Разраб.							ФЮРА.КС-5371177.000.000							
Проб.														
Нормир.														
Нач. БТК														
Н. контр.														
<i>Рама поворотная</i>														
К01						Обозначение	Наименование	Материал	Кол-во					
02					15	ФЮРА.КС-5371177.000.007	Скоба	10ХСНД	1					
03					16	ФЮРА.КС-5371177.000.008	Пластина	Ст3пс5	2					
04					17	ФЮРА.КС-5371177.000.009	Кронштейн	10ХСНД	1					
05					18	ФЮРА.КС-5371177.000.010	Платик	10ХСНД	4					
06					19	ФЮРА.КС-5371177.000.011	Кронштейн	10ХСНД	1					
07					20	ФЮРА.КС-5371177.000.012	Кронштейн	10ХСНД	3					
08					21	ФЮРА.КС-5371177.000.013	Банка	10ХСНД	11					
09					22	ФЮРА.КС-5371177.000.014	Платик	10ХСНД	4					
10					23	ФЮРА.КС-5371177.000.015	Кронштейн	10ХСНД	1					
11					24	ФЮРА.КС-5371177.000.016	Кронштейн	10ХСНД	1					
12					25	ФЮРА.КС-5371177.000.017	Кронштейн	10ХСНД	1					
13					26	ФЮРА.КС-5371177.000.018	Накладка	10ХСНД	2					
14					27	ФЮРА.КС-5371177.000.019	Планка	10ХСНД	9					
15					28	ФЮРА.КС-5371177.000.020	Втулка	10ХСНД	2					
16														
17														
КК						Комплектовочная карта								5

Дубл.		Взам.		Подп.											
К/М	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.
<i>Рама паворотная</i>															
Разраб.							ФЮРА.КС-5371177.00.000								
Проб.															
Нормир.															
Нач. БТК															
Н. контр.															
К01						<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Материал</i>	<i>Кол-во</i>						
02															
03					29	ФЮРА.КС-5371177.000.021	Планка	ЮХСНД	1						
04					30	ФЮРА.КС-5371177.000.022	Кронштейн	ЮХСНД	2						
05					31	ФЮРА.КС-5371177.000.023	Кронштейн	ЮХСНД	1						
06					32	ФЮРА.КС-5371177.000.024	Кронштейн	ЮХСНД	3						
07					33	ФЮРА.КС-5371177.000.025	Кронштейн	ЮХСНД	1						
08					34	ФЮРА.КС-5371177.000.026	Кронштейн	ЮХСНД	2						
09					35	ФЮРА.КС-5371177.000.027	Петля	ЮХСНД	10						
10					36	ФЮРА.КС-5371177.000.028	Процшина	ЮХСНД	2						
11					37	ФЮРА.КС-5371177.000.029	Планка	ЮХСНД	6						
12					38	ФЮРА.КС-5371177.000.030	Платик	ЮХСНД	1						
13					39	ФЮРА.КС-5371177.000.031	Банка	ЮХСНД	35						
14						Проволока СВ-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12	6,243 кг2						
15						Смесь газов Аг+СО2	ГОСТ Р ИСО 14175-2010		1758 м <sup>3</sup>						
16						Масса сд. ед. 1110,5 кг.									
17															
КК						Комплектовочная карта									6







































**ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЕ  
ФЮРА.000001.177.00.000 СБ**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
00.0000.177 РЭ**

## Содержание

<u>1 Назначение изделия</u>	138
<u>2 Технические данные и характеристики</u>	138
<u>3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного</u>	139
<u>3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного</u>	139
<u>3.2 Работа изделия</u>	139
<u>4 Меры безопасности</u>	139
<u>5. Монтаж и техническое обслуживание</u>	140
<u>5.1 Эксплуатационные ограничения</u>	140
<u>5.2 Общие указания</u>	140
<u>5.3 Монтаж изделия</u>	140
<u>5.4 Техническое обслуживание</u>	140
<u>6 Правила хранения и транспортировки</u>	141
<u>6.1 Хранение</u>	141
<u>6.2 Транспортирование</u>	141
<u>7 Сведения об утилизации</u>	141
Приложение А.1 Внешний вид приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.177.00.000 СБ	7
—	

– Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.177.00.000 СБ предназначено для ознакомления персонала с устройством и принципом работы приспособления. его основными техническими данными и характеристиками, а также служит руководством по монтажу, эксплуатации и хранению.

## **1 Назначение изделия**

– 1.1 Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ предназначено для установки на нижнюю и верхнюю поверхности сб. ед. поз. 5 рамы поворотной крана строго горизонтально. Также на приспособлении сборочно-сварочном находятся площадки, на которые укладывается сб. ед. поз. 1 рамы поворотной крана, а также упор для правильного позиционирования рамы поз. 5. На площадках установлены винтовые прижимы для горизонтальной регулировки сб. ед. поз. 1 рамы поворотной крана, благодаря чему обеспечивается симметричность относительно базы Ц<sub>1</sub>.

## **2 Технические данные и характеристики**

- 2.1 Основные технические данные и характеристики:
- грузоподъемность – 2000 кг.;
- габариты – 4600 x 1380 x 1260 мм.;
- вес – 350 кг.
- 2.2 Материал основных деталей Ст3.
- 2.3 Средний срок службы – 15 лет.

### **3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного**

#### **3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного**

– 3.1.1 Внешний вид приспособления сборочно-сварочного показан в приложении А. Приспособление сборочно-сварочное состоит из: 1. Прижима (4 шт.); 2. Шпильки; 3. Швеллера 16П (2 шт.); 4. Гайки М24 (2 шт.); 5. Шайбы 20 (2 шт.); 6. Уголка 50х50х900; 7. Швеллера 16П (2 шт.); 8. Швеллера 16П (2 шт.); 9. Швеллера 16П (2 шт.); 10. Швеллера 22П (2 шт.); 11. Швеллера 22П (2 шт.).

#### **3.2 Работа изделия**

– 3.2.1 Рама поз. 5 и площадка поз. 1 рамы поворотной крана устанавливаются на площадки приспособления сборочно-сварочного, также рама поз. 5 позиционируется по упору приспособления. Регулируемыми винтами обеспечивается симметричность собираемых деталей относительно базы Ц<sub>1</sub>.

### **4 Меры безопасности**

– 4.1 Рабочий персонал может быть допущен к работе приспособления сборочно-сварочного только после проведения соответствующих инструктажей по охране труда при работе с механическим оборудованием.

## **5. Монтаж и техническое обслуживание**

### **5.1 Эксплуатационные ограничения**

– 5.1.1 Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.177.00.000 СБ следует использовать только в условиях эксплуатации, соответствующих указанным в эксплуатационной документации на него и на параметры не превышающих значений, указанных в настоящем руководстве.

### **5.2 Общие указания**

– 5.2.1 К монтажу, эксплуатации и обслуживанию допускается персонал, изучивших устройство приспособления сборочно-сварочного.

### **5.3 Монтаж изделия**

– 5.3.1 Установка приспособления сборочно-сварочного осуществляется только на ровную (горизонтальную) твердую поверхность.

### **5.4 Техническое обслуживание**

– 5.4.1 Во время эксплуатации следует производить периодические осмотры (регламентные работы) в сроки, установленные графиком, и зависимости от режима работы системы. но не реже одного раза и 6 месяцев.

– 5.4.2 При осмотре необходимо проверять общее состояние приспособления, целостность сварных швов.

## **6 Правила хранения и транспортировки**

### **6.1 Хранение**

– 6.1.1 Хранение приспособления сборочно-сварочного следует осуществлять в закрытых складских помещениях.

– 6.1.2 Консервационную смазку наносить на обезжиренную чистую сухую поверхность. Обезжиривание производить чистой ветошью, смоченной в бензине по ГОСТ 31077-2002.

### **6.2 Транспортирование**

– 6.2.1 Условия транспортирования 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

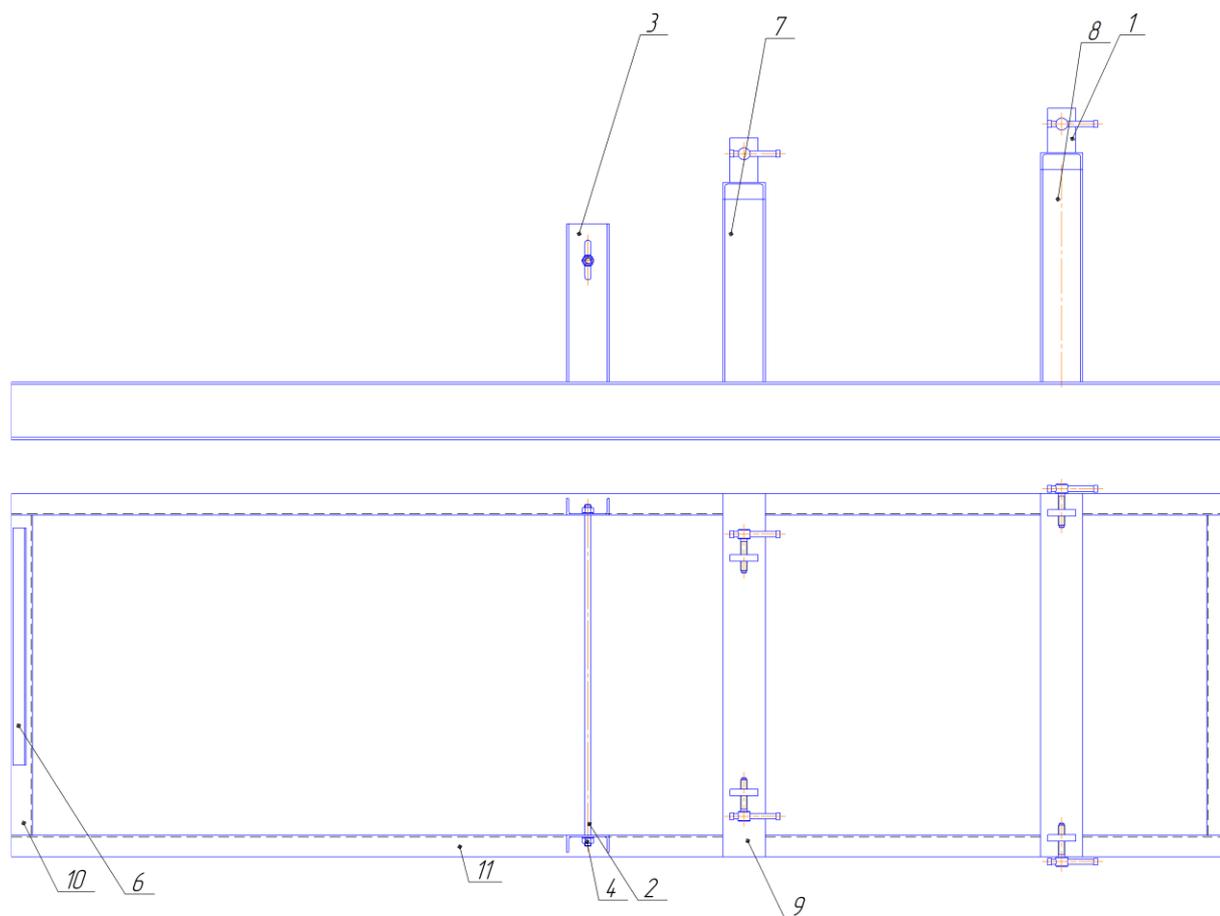
– 6.2.2 Приспособления сборочно-сварочные разрешается транспортировать любым видом закрытого транспорта в полном соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

## **7 Сведения об утилизации**

– 7.1 Приспособление сборочно-сварочные не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде, и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

– 7.2 Утилизацию отходов следует проводить в соответствии с требованиями законодательства об охране окружающей среды и обращении отходов.

– Приложение А.1



– Рисунок А.1 – Устройство приспособления сборочно-сварочного  
ФЮРА.000001.177.00.000 СБ