

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением
и родственные процессы»

(наименование кафедры)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технология ремонта ковша экскаватора-погрузчика ЭО-2626

Студент

Д.Н. Сайфутдинов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.С. Климов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В. Дерябин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Ельцов

(учёная степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 2017 г.

Тольятти 2017 г.

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

(наименование института полностью)

**Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением
и родственные процессы»**

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«___» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Сайфутдинов Денис Нурисламович

1. Тема: «Технология ремонта ковша экскаватора-погрузчика ЭО-2626»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
2017 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Материалы ООО
«Паритет», материалы по практикам и научно-исследовательским работам

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

Введение (краткое состояние вопроса, обоснование актуальности темы, формулировка цели)

Раздел 1. Анализ состояния вопроса (описание изделия, описание материала изделия, базовая технология ремонтной сварки, анализ недостатков базовой технологии, критический анализ известных решений по теме проекта, задачи проектирования)

Раздел 2. Проектная технология ремонтной сварки (повышение эффективности сварки, описание операций технологического процесса, параметры режима, применяемое оборудование и сварочные материалы)

Раздел 3. Безопасность и экологичность предлагаемых решений (сформулировать опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие внедрение предлагаемых решений, предложить средства снижения воздействия этих факторов, рассмотреть обеспечение пожарной и экологической безопасности)

Раздел 4. Экономическая эффективность проекта (доказать экономическую эффективность внедрения предлагаемых решений)

Заключение по проекту

Библиографический список

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Изделие – 1 лист

Базовая технология – 1 лист

Дефекты по базовой технологии – 1 лист

Анализ способов сварки – 2 листа

Предлагаемый способ сварки и наплавки – 1 лист

Проектная технология ремонтной сварки и наплавки – 1 лист

Экономическая эффективность – 1 лист

6. Консультанты по разделам

Нормоконтроль: В.Г. Виткалов

«Экономическая эффективность»: И.В. Краснопевцева

«Безопасность и экологичность»: И.В. Дерябин

7. Дата выдачи задания «14» февраля 2017 г.

Заказчик (указывается должность, место работы

Ученая степень, ученое звание)

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

(подпись)

А.С. Климов

(И.О. Фамилия)

Д.Н. Сайфутдинов

(И.О. Фамилия)

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

(наименование института полностью)

**Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением
и родственные процессы»**

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «СОМДиРП»

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения бакалаврской работы

Студента Сайфутдинов Денис Нурисламович

по теме: «Технология ремонта ковша экскаватора-погрузчика ЭО-2626»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Характеристика изделия, принцип действия, условия эксплуатации, требования к сварным соединениям	16.01.17 – 30.01.17	30.01.17	выполнено	
2. Анализ технологии, сварочного и технологического оборудования, применяемого для выполнения сварных швов при изготовлении изделия	01.02.17 – 28.02.17	28.02.17	выполнено	
3. Анализ известных технических решений по теме	01.03.17 – 30.03.17	30.03.17	выполнено	
4. Выбор сварочных материалов, оборудования и назначение параметров режима сварки.	01.04.17 - 14.04.17	14.04.17	выполнено	
5. Разработка проектной технологии и технологической карты	15.04.17 30.04.17	30.04.17	выполнено	
6. Безопасность и экологичность проекта	01.05.17 – 14.05.17	14.05.17	выполнено	
7 Технико-экономическое обоснование проекта	15.05.17 – 21.05.17	21.05.17	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

А.С. Климов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

Д.Н. Сайфутдинов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В условиях мирового экономического кризиса расширение производства запасных деталей должно сопровождаться увеличением степени вторичного использования изношенных деталей, которые восстанавливают в процессе ремонта техники и агрегатов. Из практики известно, что большая часть выбракованных по износу деталей теряют порядка 1...2% своей исходной массы при сохранении прочности. С точки зрения воспроизводства деталей машин экономически целесообразен ремонт и повторное использование изношенных деталей. Это существенно увеличивает эффективность эксплуатации оборудования и снижает затраты металла по сравнению с изготовлением новых деталей

В выпускной квалификационной работе поставлена цель – повышение эффективности ремонта ковша экскаватора-погрузчика ЭО-2626.

В ходе выполнения работы были решены следующие задачи:

- 1) предложен способ ремонтной сварки, позволяющий заменить ручную дуговую сварку покрытым электродом;
- 2) разработан проектный вариант технологии ремонтной сварки;
- 3) предложено оборудование для реализации проектной технологии

За счёт снижения трудоёмкости на 15,38 % при внедрении проектной технологии аргонодуговой наплавки трёхфазной дугой с контролируемым тепловложением себестоимость наплавки снижается на 16,2 %. Годовой экономический эффект с учетом дополнительных капитальных вложений составит 2,032 млн. руб.

Пояснительная записка содержит 61 страницу, в том числе 17 иллюстраций, 16 таблиц, 26 библиографических наименований. Графическая часть содержит 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	
1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации	9
1.2 Сведения о материале изделия	12
1.3 Описание базовой технологии ремонтной сварки изделия	16
1.4 Задачи работы	20
2 ПРОЕКТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТНОЙ СВАРКИ	
2.1 Выбор способа сварки	21
2.2 Повышение эффективности ремонтной сварки	27
2.3 Операции технологического процесса	29
3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
3.1 Технологическая характеристика объекта	39
3.2 Персональные риски при осуществлении проектной технологии	40
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	41
3.4 Пожарная безопасность технологического объекта	42
3.5 Экологическая безопасности технологического объекта	44
3.6 Заключение по разделу	45
4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	59

ВВЕДЕНИЕ

Технический уровень отраслей народного хозяйства определяется уровнем развития машиностроения, от развития которого напрямую зависит эффективность экономик страны. Увеличение объемов дорожного строительства.

В условиях города, когда габариты строительной площадки существенно стеснены близлежащими зданиями и коммуникациями, экскаватор-погрузчик очень востребован при выполнении задач дорожно-строительной отрасли и коммунального хозяйства. Увеличивающиеся объемы дорожного строительства, работ по восстановлению городской инфраструктуры, ремонту тепловых сетей, прокладке кабельных коммуникаций в ближайшее время увеличит спрос на такие универсальные многофункциональные машины, как экскаватор-погрузчик ЭО-2626. Он оснащён универсальным погрузочным ковшом, который позволяет производить погрузочно-разгрузочные работы сыпучих материалов и мелкокусковых материалов. Также при помощи универсального ковша можно формировать поверхности, засыпать траншеи, собирать в кучу мусор и грузить его в машины. Для решения всех задач по благоустройству города необходимо не только увеличивать парк строительных и дорожных машин, но и повышать интенсивность их эксплуатации. А это в свою очередь приводит к ускоренному износу элементов оснастки строительной техники.

Повышение нагрузок на строительную технику приводит к существенному снижению эксплуатационных характеристик её элементов и повышает требования к методам и технологиям ремонтного производства. В настоящее время полнота обеспечения ремонтного производства запасными частями будет являться главным фактором, определяющим готовность парка строительных и дорожных машин к успешной эксплуатации. Увеличение производства новых запасных частей приводит к неизбежному увеличению финансовых и трудовых затрат. При этом около 75 % деталей,

выбраковываемых при капитальном ремонте строительной техники, являются ремонтпригодными [1, 2].

В условиях мирового экономического кризиса расширение производства запасных деталей должно сопровождаться увеличением степени вторичного использования изношенных деталей, которые восстанавливают в процессе ремонта техники и агрегатов. Из практики [3] известно, что большая часть выбракованных по износу деталей теряют порядка 1...2% своей исходной массы при сохранении прочности. С точки зрения воспроизводства деталей машин экономически целесообразен ремонт и повторное использование изношенных деталей. Это существенно увеличивает эффективность эксплуатации оборудования и снижает затраты металла по сравнению с изготовлением новых деталей [4].

По литературным данным [5, 6, 7], при работе элементов строительной техники в условиях интенсивного износа, на трещины и изломы приходится 9 % выбракованных деталей, на нарушение геометрии и формы – 13 %, на уменьшение толщины – до 52 %.

Вопросу восстановления и ремонта деталей машин посвящены работы ведущих ученых России: Е. О. Патона, Н. Н. Рыкалина, В. В. Ефремова, Г. И. Зеленкова, В. И. Казарцева, Ю. П. Шарпеева, и др. [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Были поставлены и решены задачи по восстановлению и повышению эксплуатационных свойств деталей с применением сварочной дуги, плазмы и специальных электродов и порошковых материалов.

Существующие разнообразные методы восстановления эксплуатационных свойств деталей строительной техники до настоящего момента далеки от совершенства, поэтому актуальна тема данной работы.

Поставленная цель – повышение эффективности ремонта ковша экскаватора-погрузчика ЭО-2626.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Описание изделия и условий его эксплуатации

Экскаватор ЭО-2626 (рис. 1.1) предназначен для разработки грунтов I...III категорий, погрузки мелкодроблёных и сыпучих материалов. Машина оснащается экскаваторным и бульдозерным оборудованием.



Рисунок 1.1 – Экскаватор ЭО-2626

Основным рабочим органом экскаваторного оборудования является ковш (рис. 1.2). С его помощью отрывают ямы с отвесными стенками, небольшие котлованы, различные траншеи для прокладки подземных коммуникаций, каналы оросительных систем. Ковш является жесткой объёмной сварной металлоконструкцией из стали, включает в себя режущую часть, боковые стенки с режущими кромками и заднюю стенку (днище). Задняя стенка имеет проушины для крепления к стреле.

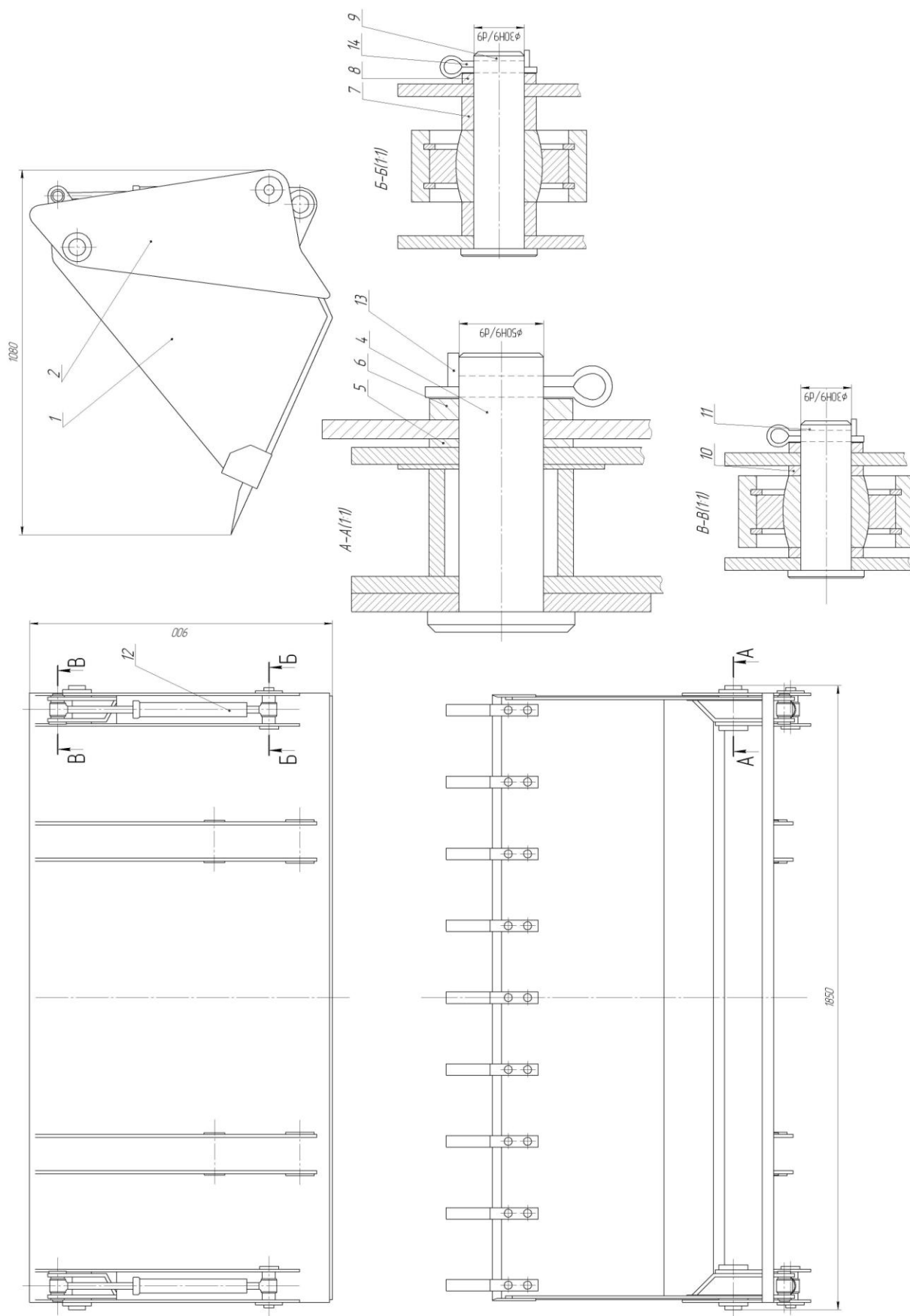


Рисунок 1.2 – Ковш экскаватора-погрузчика ЭО-2626

Ковш – это основной вид навесного оборудования. В процессе работы ковш подвергается большим постоянным нагрузкам, в результате действия которых изменяется геометрическая форма ковша, изнашивается днище и боковые стенки ковша, изнашиваются сварные соединения, изнашивается и ломается нож, изнашиваются отверстия проушин, изнашиваются резьбовые соединения крепления зубьев.

Дефект 1 – появление трещины в боковой стенке, которое происходит при правильной эксплуатации и перегрузке ковша. Конструкция ковша искривляется и в результате происходит образование трещин разной длины.

Дефект 2 – изнашивание отверстий проушин, при котором ослабляются втулки отверстий проушин ковша и принимают эллипсообразную форму. Причиной такого появления такого дефекта может являться несвоевременные работы по ремонту и замене пальцев и втулок, а также повышенная нагрузка во время работы.

Количество восстанавливаемых деталей – 500 штук.

Таблица 1.1 – Дефекты ковша

Возможный дефект	Способ установления дефекта и средства контроля	Заключение
Поломка зуба	Визуальным осмотром	Заменить
Трещина на боковой стенке	Визуальным осмотром	Ремонтировать: - сваркой - постановкой фигурной ставки
Трещины в сварных швах ковша	Визуальным осмотром	Ремонтировать: - сваркой - постановкой заплатки
Износ отверстия под втулку верхней проушины	С использованием измерительного инструмента	Ремонтировать: - наплавкой - дополнительной ремонтной деталью
Износ отверстия под втулку	С использованием измерительного инструмента	Ремонтировать: - наплавкой - дополнительной ремонтной деталью

1.2 Сведения о материале изделия

Ковш изготавливают стали 15ХСНД - конструкционной низколегированной стали по ГОСТ 19282-73. В таблице 1.2 приведён химический состав стали, в таблице 1.3 даны механические свойства стали. Сведения о технологических и эксплуатационных свойствах стали представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.2 – Химический состав стали 15ХСНД

C		Si		Mn		Cr	
мин	0,12	мин	0,4	мин	0,4	мин	0,6
макс	0,18	макс	0,7	макс	0,7	макс	0,9
Ni		S		P		Cu	
мин	0,3	мин	-	мин	-	мин	0,2
макс	0,6	макс	0,04	макс	0,035	макс	0,4

Таблица 1.3 – Механические свойства стали 15ХСНД ГОСТ

Твёрдость стали НВ	Предел прочности δ_B , МПа	Предел текучести $\delta_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение ψ , %	Ударная вязкость $U_{кДж/см^2}$
220	740	640	20	68	176

Таблица 1.4 – Технические и эксплуатационные свойства стали 15ХСНД ГОСТ 19282-73

Вид термической обработки	Обрабатываемость резанием	Свариваемость при восстановлении	Износостойкость
Отпуск, Закалка	Хорошая	Хорошая	Хорошая

Сталь марки 15ХСНД имеет склонность к образованию закалочных структур, поэтому при её сварке требуется обеспечить тщательный подбор параметров режима сварки, которые позволят избежать перегрева и закалки. При выполнении швов использую многослойную технологию сварки, при этом сварку ведут каскадом, что позволяет предохранить металл от значительного разогрева. Как правило, для сварки применяют электроды

диаметром 5...6 мм. Электроды должны иметь обозначение Э50А или Э55, перед сваркой электроды необходимо прокалить.

При ремонтной сварке деталей из стали 15ХСНД часто возникновение следующих дефектов [14]: 1) горячих трещин; 2) непроваров; 3) пор.

1) В чикле причин возникновения горячих трещин (рис. 1.2) следует отметить

- завышенное время между сваркой и термообработкой;
- чрезмерно высокую скорость охлаждения металла шва;
- близкое расположенные концентраторов напряжения;
- неправильно выбранную температуру подогрева и порядок наложения швов;
- низкое качество основного металла.

Способами борьбы с возникновением горячих трещин являются:

- выполнение сварки на минимальной длине дуги усиленными валиками, без поперечных колебаний;
- тщательное заплавление кратеров швов с получением выпуклого мениска, не разрешается выведение кратеров на основной металл;
- обеспечение отсутствия горячих кратерных трещин при повторном возбуждении дуги, если горячая кратерная трещина появилась, то кратер необходимо удалить механическим способом

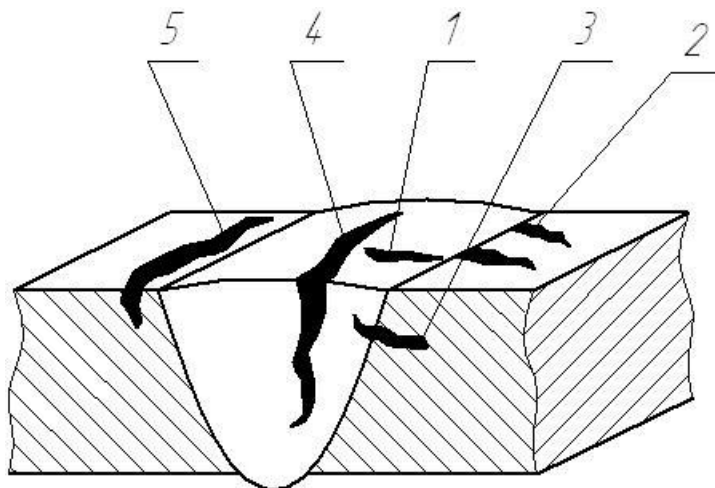
2) В числе причин возникновения непроваров при сварке (рис. 1.3) следует отметить:

- недостаточную погонную энергию при сварке;
- плохую подготовку поверхностей валиков и кромок;
- неправильную форму разделки деталей;
- завышенную скорость сварки.

Способами борьбы с непроварами при сварке являются

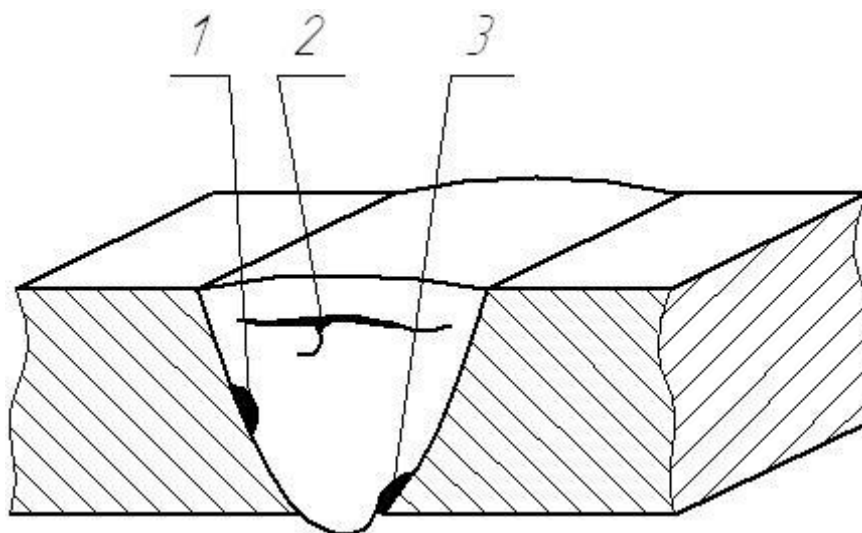
- качественная подготовка стыка к сварке, зачистка выпуклых валиков при многопроходной сварке;
- строгое соблюдение режимов сварки;

- зачистка и повторная заварка несплавлений в корне шва.



1,2,3 - поперечные трещины; 4, 5 – продольные трещины

Рисунок 1.2 – Виды горячих трещин



1 – непровар по боковой стороне; 2 – несплавление между валиками;
3 – непровар в корне шва

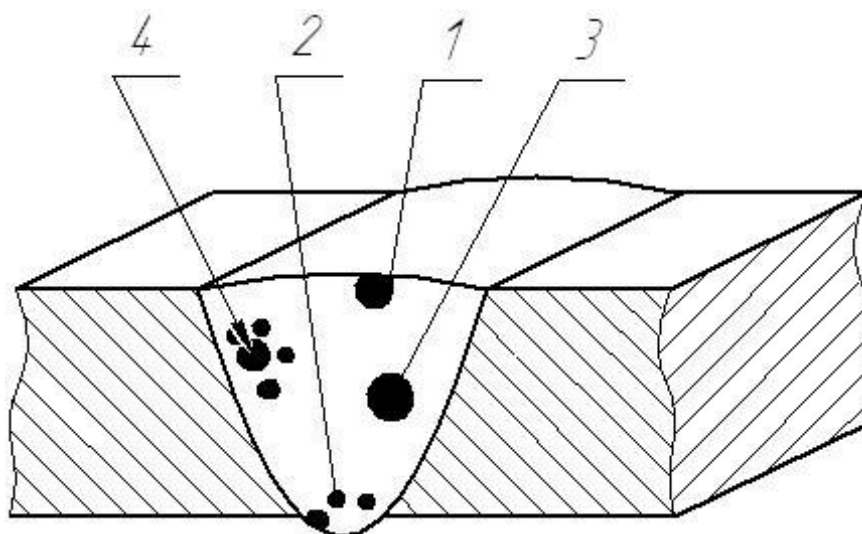
Рисунок 1.3 – Виды непроваров

3) В числе причин возникновения пор (рис. 1.4) при сварке следует отметить:

- нарушение режима прокали электродов;
- некачественную подготовку кромок;
- увеличенный диаметр электрода;
- чрезмерную длину дуги;
- чрезмерно большую скорость сварки;
- низкое качество защиты

Способами борьбы с возникновением пор при сварке являются:

- запрет на применение электродов, которые имеют осыпавшееся или вздувшееся покрытие;
- проведение прокали сварочных электродов;
- строгое соблюдение режимов сварки;
- сварка с использованием электродов малого диаметра;
- вырубка и последующая заварка дефектного участка шва.



1 - поверхностная пора; 2 – пора в корне шва;
3 - одиночная пора; 4 - скопление пор

Рисунок 1.4 – Виды пор при сварке

1.3 Описание базовой технологии ремонтной сварки изделия

При проведении базового технологического процесса восстановления детали используют инструмент и приспособления, обеспечивающие повышение производительности труда, точность обработки, улучшение условий труда сварщика, ликвидацию предварительной разметки деталей.

На первой операции производится разделка кромок трещины. Длина трещины составляет порядка 200 мм. Для таких размеров трещины произведён выбор ручной кромкофрезерной машины ЕКФ 300 (рис. 1.5) с торцевой фрезой. Металл вдоль трещины зачищают на ширину порядка 20...25 мм с каждой стороны от трещины; концы трещины при этом выявляют с применением соответствующих способов дефектоскопии (проникающими растворами, травлением, магнитной дефектоскопии).

Кромки разделяют под сварные швы С17, С18 или С23 по ГОСТ 5264-80.



Рисунок 1.5 – Применяемая в базовой технологии ручная кромкофрезерная машина ЕКФ 300

На второй операции производят сверление отверстий по концам трещины $\varnothing 7$ мм и их зенкерование $\varnothing 8$ мм. Выполнение данной операции производится с применением сверлильного станка на магнитном основании МС-36 (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Применяемый по базовой технологии сверлильный станок на магнитном основании МС-36

На третьей операции производится шлифовка места сварки. Эта операция выполняется с применением шлифовальной машины ИЭ-2106 (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Применяемая по базовой технологии шлифовальная машина ИЭ-2106

На четвёртой операции производят обезжиривание поверхности. Эта операция происходит с применением растворителя.

На пятой операции осуществляется заварка трещины. Эту операцию выполняют с применением электродов ДСК-50 ГОСТ 9467-75, сварку ведут на постоянном токе обратной полярности.

Ремонтную сварку проводят с применением выпрямителя сварочного ВД-252 (рис. 1.8). Сварочный выпрямитель ВД-252 предназначен для выполнения дуговой сварки конструкций из металла с толщиной стенки 0,5... 12 мм штучным плавящимся электродом. Конструкция выпрямителя позволяет проводить работы в мобильных условиях и труднодоступных местах. Сварку производят на токе как на прямой, так и обратной полярности. Сварочный выпрямитель ВД-252 в комплекте имеет щиток сварщика (наголовный и ручной), розетку для подключения к питающей сети, токовыводы и электрододержатель с кабельным жгутом длиной 3 м.



Рисунок 1.8 – Применяемый по базовой технологии
выпрямитель сварочный ВД-252

Перед контролем качества необходимо произвести очистку сварного шва и прилегающих к нему поверхностей от шлака и других загрязнений, которые могут привести к затруднению осмотра, с обеих сторон шва на ширину не менее 20 мм.

Осмотром выявляют внешние дефекты, ему подвергают 100 % всех швов независимо от того, какие другие методов контроля ещё применяются. Осмотр швов производят по всей их протяженности с двух сторон. Исключение составляют места, недоступные для осмотра.

Невооруженным глазом или лупой с 4-х кратным увеличением проверяют шов на дефекты: трещины, подрезы, свищи, прожоги, наteki, непровары корня и кромок.

Дефекты, выявление которых произведено при внешнем осмотре, необходимо устранить перед контролем с использованием других методов.

Недопустимы следующие дефекты, выявляемые при визуальном и измерительном контроле:

- трещины всех размеров и направлений;
- наплывы, суммарная длина которых составляет более 100 мм на 1 метр участка сварного шва;
- подрезы, которые имеют глубину более 0,5 мм
- незаваренные кратеры;
- свищи и прожоги;
- отклонения в размерах швов в сторону их уменьшения.

Если применяется ультразвуковой контроль, то недопустимы следующие выявленные дефекты:

- трещины и непровары;
- шлаковые включения размером более 2 мм и суммарной длине дефектов 8 мм при расстоянии между дефектными участками не менее 500 мм;
- скопление пор и шлаковых включений в количестве, превышающем 5 штук на 1 квадратный см шва, при этом допустимое значение для всех размеров поры или шлаковых включений составляет 1,5 мм

Возникновение дефектов в сварных швах может происходить по следующим причинам:

- 1) из-за некачественной подготовки и сборки сварных соединений;
- 2) из-за неправильной технологии ведения сварочных работ;
- 3) из-за несоответствия и низкого качества сварочных материалов.

1.4 Задачи работы

На основании анализа базовой технологии можно сформулировать её недостатки, устранение которых приведёт к достижению поставленной цели.

Использование ручной дуговой сварки штучными электродами имеет следующие недостатки:

- 1) низкую производительность;
- 2) малую стабильность качества, зависящую от квалификации сварщика, большое число возникающих дефектов.

Задачам работы в этом случае будут:

- 1) предложить способ ремонтной сварки на основе высокопроизводительных и эффективных способов сварки;
- 2) составить проектную технологию ремонтной сварки с использованием предложенного способа сварки;
- 3) предложить оборудование для осуществления предлагаемой технологии.

Последовательное решение сформулированных задач позволит достигнуть поставленной во введении цели.

2 ПРОЕКТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТНОЙ СВАРКИ

2.1 Выбор способа сварки

Выбор оптимального способа сварки должен проводиться поэтапно, при выполнении каждого этапа производится учёт того или иного технологического фактора. В общем виде можно представить такую схему:

- выбирают все способы, которые обеспечивают качественную защиту зоны сварки;
- выбирают способы сварки, пригодные для сварки данной толщины;
- выбирают способы сварки на основании анализа протяжённости, конфигурации и пространственного положения сварных швов;
- исключают способы, механизация которых неэффективна, или невозможна.

Этап 1. При выборе способа сварки следует принимать во внимание химическую активность материала, из которого изготавливают сварную конструкцию. Сварку легированных конструкционных сталей выполняют с применением всех способов сварки плавлением: ручной дуговой покрытыми электродами, ручной неплавящимся электродом, полуавтоматической плавящейся проволокой в защитных газах, автоматической неплавящимся электродом в защитных газах, автоматической плавящейся проволокой в защитных газах, автоматической сваркой под флюсом.

Этап 2. Принимаем во внимание толщину материала свариваемой конструкции: толщина свариваемого металла составляет 12 мм. Детали толщины можно сваривать с применением следующих способов сварки: ручной дуговой покрытыми электродами, ручной неплавящимся электродом, полуавтоматической плавящейся проволокой в защитных газах, автоматической неплавящимся электродом в защитных газах, автоматической плавящейся проволокой в защитных газах, автоматической под флюсом.

Этап 3. Шов является прямолинейным, коротким или имеет среднюю длину. Пространственное положение при выполнении сварного шва различное, в зависимости от положения завариваемой трещины на ремонтируемой металлической конструкции. Поэтому возможно применение следующих способов сварки: ручной дуговой покрытыми электродами, ручной неплавящимся электродом, полуавтоматической плавящейся проволокой в защитных газах. Применение автоматических способов сварки нерационально, так как протяжённости швов мала.

Этап 4. В мелкосерийном производстве экономически оправданно применение механизированных и ручных способов сварки: ручной дуговой сварки покрытыми электродами, ручной сварки неплавящимся электродом, полуавтоматической сварки плавящейся проволокой в защитных газах.

В числе преимуществ ручной дуговой сварки (рис. 2.1) можно отметить:

- 1) получение равномерного плавления металла электрода и обмазки, которое обеспечивает качественную шлаковую защиту сварного шва;
- 2) путём применения легированных электродов можно осуществлять легирование металла шва.

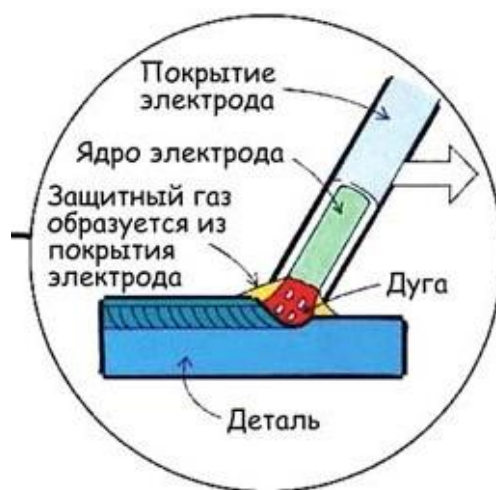


Рисунок 2.1 – Схема дуговой сварки штучными электродами

В числе недостатков ручной дуговой сварки можно отметить:

- 1) применение низкопроизводительного ручного труда;

- 2) необходимость в частой смене электрода и прерывании процесса сварки;
- 3) отсутствие возможностей для механизации и автоматизации процесса;
- 4) появление большого количества дефектов в шве.

В числе преимуществ аргонодуговой сварки неплавящимся электродом (рис. 2.2) следует выделить:

- 1) хорошую защиту аргоном сварного шва и сварочной ванны;
- 2) качественную проварку корня шва;
- 3) существование возможности применения проволок очень большого и очень малого диаметров;
- 4) существование возможность подбора проволоки, которая полностью будет совпадать по химическому составу с основным металлом.

В числе недостатков аргонодуговой сварки неплавящимся электродом следует выделить:

- 1) высокую стоимость защитного газа;
- 2) необходимость в высокой квалификации персонала;
- 3) интенсивный износ оборудования при работе на высоких сварочных токах (разрушение сопла, горелки).

В числе преимуществ механизированной сварки в активных газах (рис. 2.3) можно отметить:

- 1) хорошую газовую защиту сварочной ванны и металла шва;
- 2) относительную простоту и приемлемую цену сварочного оборудования;
- 3) высокую производительность сварки.

В числе недостатков сварки в среде активных газов плавящимся электродом можно отметить:

- 1) необходимость в оснащении сварочного оборудования механизмом подачи проволоки;
- 2) неравномерность подачи сварочной проволоки, которая может отрицательно влиять на качество сварки;
- 3) необходимость применения газовых баллонов;

4) увеличенное разбрызгивание металла при переходе на форсированные режимы сварки.

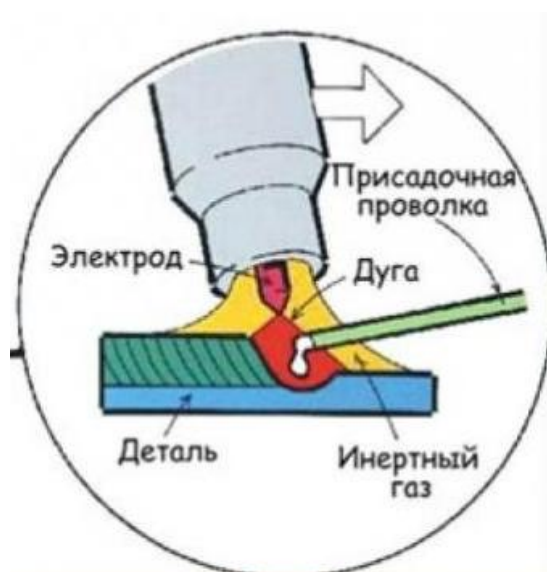


Рисунок 2.2 – Схема аргодуговой сварки неплавящимся электродом

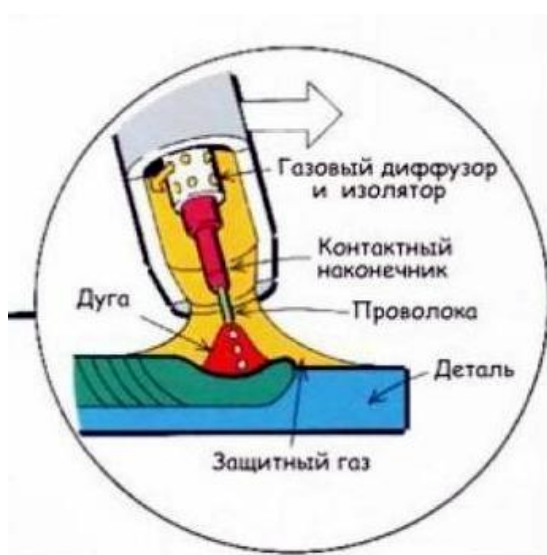


Рисунок 2.3 – Схема сварки в среде защитного газа плавящимся электродом

Для составления проектной технологии ремонтной сварки применим механизированную сварку в углекислом газе, которая позволяет обеспечить стабильное качество швов и высокую производительность сварки. Для применения этого способа в проектной технологии необходимо решить проблему обеспечения хорошего провара корня шва и уменьшения разбрызгивания металла при сварке на высокопроизводительных режимах.

При сварке плавящимся электродом в защитных газах образование шва происходит за счет расплавления электродной проволоки и проплавления основного металла. Форма и размеры сварного в этом случае шва кроме параметров режима (скорость сварки, пространственное положение электрод и изделия, ток сварки и пр.) будут зависеть от особенностей расплавления и переноса электродного металла в сварочную ванну. Характер переноса электродного металла зависит от материала электрода, состава защитного газа, плотности сварочного тока и ряда других факторов [15, 16].

При традиционном способе сварки выделяют три типа плавления электрода и переноса электродного металла в сварочную ванну (рис. 2.4):

- капельный;
- струйный;
- короткими замыканиями (рис. 2.4).

Процесс сварки с периодическими короткими замыканиями производится при сварке электродными проволоками диаметром 0,5...1,6 мм на короткой дуге с напряжением порядка 15...22 В. В таком процессе можно выделить следующие этапы:

- 1) произошло очередное короткое замыкание проволоки на деталь;
- 2) в результате силой поверхностного натяжения расплавленный металл с торца проволоки стягивается в каплю. Из-за этого длина и напряжение дуги становятся максимальными;
- 3) скорость расплавления электродной проволоки в период становится 3 меньше скорости подачи;
- 4) поэтому торец электрода с расплавленной каплей металла на нём приближается к сварочной ванне (длина дуги и ее напряжение уменьшаются);
- 5) происходит короткое замыкание проволоки на деталь.

Во время короткого замыкания сварочный ток резко возрастает, что приводит к увеличению сжимающего действия электромагнитных сил на жидкую перемычку металла, и она разрывается. Во время короткого

замыкания капля расплавленного электродного металла с торца проволоки переходит в сварочную ванну. Далее процесс повторяется.

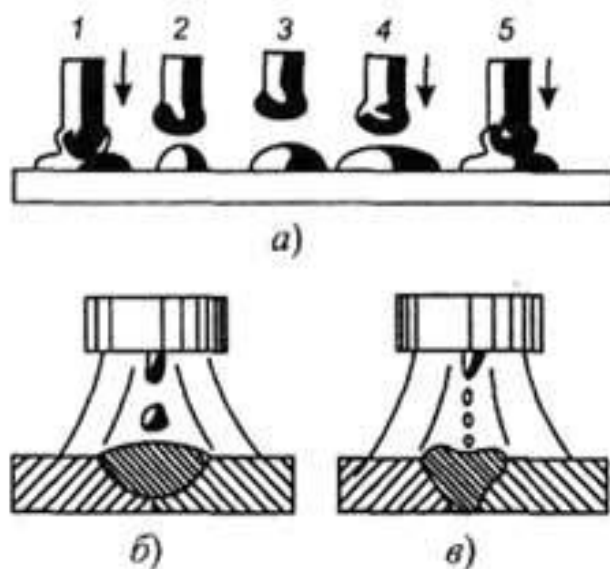


Рисунок 2.4 – Основные формы расплавления и переноса электродного металла: а – короткими замыканиями; б – капельный; в – струйный

В процессе традиционной механизированной сварки в защитных газах процесс расплавления проволоки и переноса металла в шов имеет нестабильный характер. При увеличении плотности сварочного тока и длины дуги перенос металла изменяется – он начинает проходить с редкими короткими замыканиями или вообще без них. В результате этого электродный металл в сварочную ванну переносится нерегулярно, отдельными крупными каплями, размер которых нерегулярен, эти капли хорошо заметны даже невооруженным глазом. Поэтому повышение плотности тока при механизированной сварке в защитных газах без потери стабильности процесса переноса электродного металла остаётся актуальным [16]. Если удастся повысить плотность тока при сварке короткими замыканиями, то значительно увеличится глубина провара и станет возможно варить без разделки кромок.

В ходе выполнения курсовой работы по дисциплине «основы научных исследований» были проанализированы работы, направленные на повышение стабильности горения дуги и переноса металла при

высокопроизводительной механизированной сварке плавящимся электродом в защитных газах. В работе [17] получена аналитическая зависимость между скоростью подачи электродной проволоки и скоростью ее плавления при изменяющемся характере движения проволоки, в частности, для случая специально используемой импульсной подачи.

В работе [18] доказана эффективность импульсной подачи электродной проволоки при форсированных режимах механизированной дуговой сварки в защитных газах. Показано, что постоянная составляющая тока существенно влияет на образование капель электродного металла, что которая может служить для регулирования процесса каплеобразования при сварке.

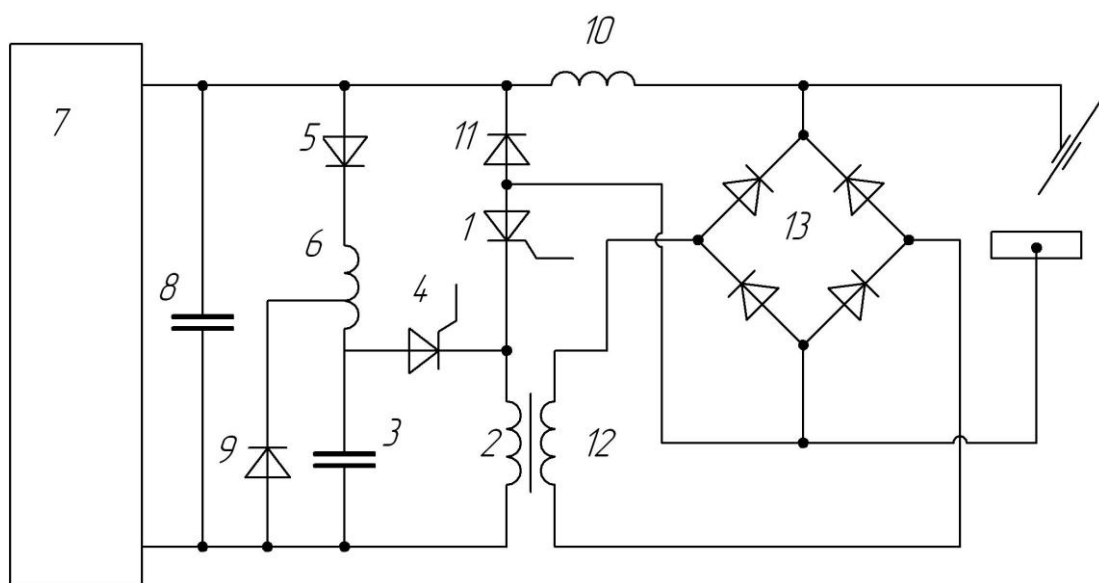
В работе [19] предложен алгоритм управления переносом электродного металла, который реализован в инверторном источнике питания, что позволило уменьшить негативное влияние на качество сварки различных технологических возмущений.

2.2 Повышение эффективности ремонтной сварки

Для повышения эффективности сварки предложено использовать импульсное управление сварочной дугой, реализация которого производится с использованием схемы (рис. 2.5), состоящей из: силового тиристора 1; коммутирующего дросселя 2; коммутирующего конденсатора 3; вспомогательного тиристора 4; диодов 5 и 9; зарядного дросселя 6; источника постоянного тока 7; конденсатора 8; последовательного дросселя 10; шунтирующего диода 11; дополнительной обмотки коммутирующего дросселя 12; диодного моста 13.

Предлагаемое устройство будет работать следующим образом. Первоначально силовой 1 и вспомогательный 4 тиристоры будут находиться в закрытом состоянии. Через цепь «7-5-6-3-7» коммутирующий конденсатор 3 будет заряжаться до напряжения, которое превышает напряжение источника питания 7. Если на управляющий электрод тиристора 1 подать управляющий импульс, то тиристор 1 перейдет в открытое состояние. При

этом через нагрузку (сварочную дугу) будет протекать ток по цепи «7-10-дуга-1-2-7». В это время в дополнительной обмотке 12 будет наводиться ЭДС, которая через диодный мост 13 будет прикладываться к электроду и изделию. Вызываемый этой ЭДС ток проходит через дугу и поддерживает её горение. Чтобы прекратить протекание тока через нагрузку (сварочную дугу) управляющий импульс подаётся на управляющий электрод вспомогательного тиристора 4. Происходит отпирание тиристора 4 разряд и конденсатора 3 по цепи «3-4-2-3». На катоде тиристора 1 появляется положительное напряжение, вызывающее его выключение. Одновременно с этим в дополнительной обмотке 12 будет наводиться ЭДС, которая будет приложена к электроду и изделию и создаёт ток через дугу, который будет поддерживать ее горение. Таким образом, при работе тиристорного коммутатора и резких изменениях тока в коммутирующем дросселе 2 в дополнительной обмотке 12 всегда присутствует наведённая ЭДС, которая вызывает ток в дуге, поддерживает ее устойчивое горение.



- 1 - силовой тиристор; 2 - коммутирующий дроссель; 3 - коммутирующий конденсатор; 4 - вспомогательный тиристор; 5, 9 - диод; 6 - зарядный дроссель; 7 - источник постоянного тока; 8 – конденсатор;
10 - последовательный дроссель; 11 - шунтирующий диод;
12 - дополнительная обмотка коммутирующего дросселя; 13 - диодный мост

Рисунок 2.5 – Схема источника питания

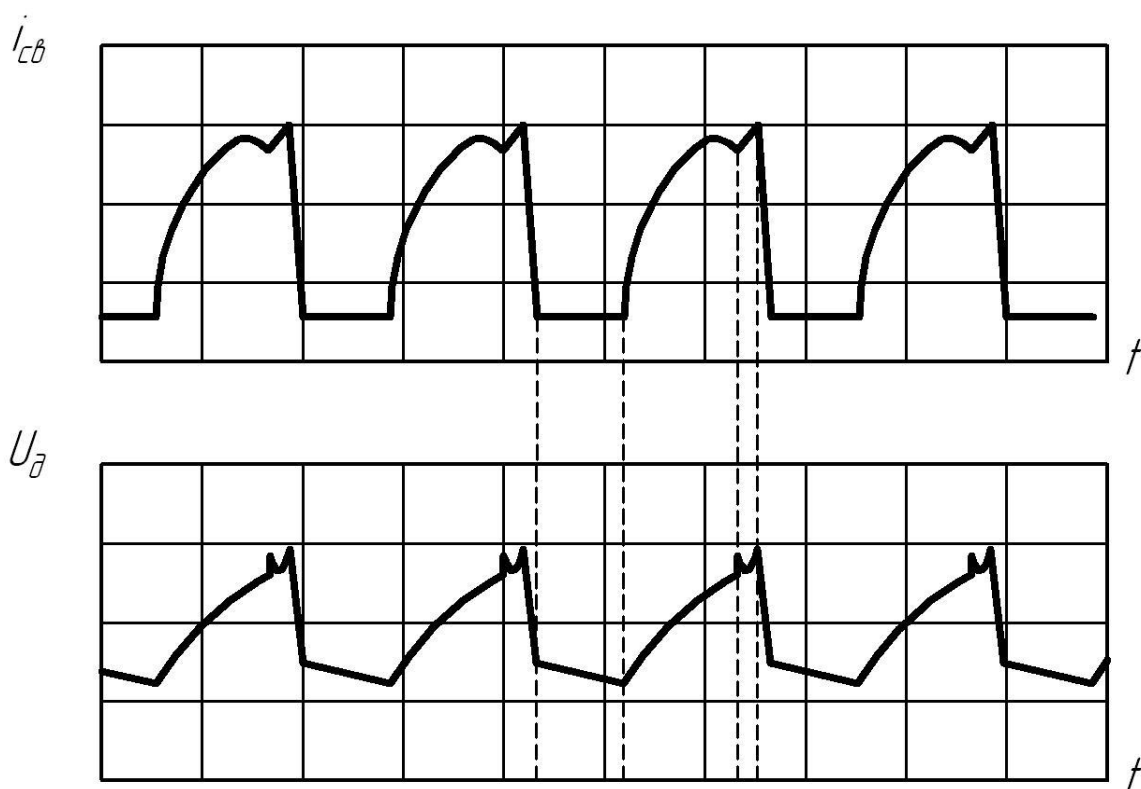


Рисунок 2.6 – Получаемые сигналы тока и напряжения

2.3 Операции технологического процесса

Контроль материалов

Сварочные материалы (проволока сплошного сечения, защитный газ), предназначенные для механизированной сварки, должны быть изготовлены по специальным ТУ и могут применяться при условии:

- а) наличие сертификата качества, который удостоверяет соответствие требованиям ТУ, если используются сварочные материалы импортного производства, то необходим дубликат сертификата качества на русском языке;
- б) наличие санитарно-гигиенического сертификата;

Сварочные материалы должны обеспечивать:

- а) необходимые сварочно-технологические свойства:
 - высокое качество формирования шва во всех пространственных положениях и направлениях;
 - стабильное горение дуги.

б) необходимые металлургические свойства наплавленного металла:

- гарантировать содержание легирующих элементов;
- обеспечивать допустимое содержание вредных примесей (сера, фосфор и др.), а также диффузионного водорода;
- в сварном шве должны отсутствовать дефекты металлургического характера (горячие трещины, поры и пр.);

в) должны обеспечиваться механические свойства наплавленного металла:

- временное сопротивление разрыву;
- предел текучести;
- относительное удлинение;
- относительное сужение;
- ударная вязкость.

Проволоки сплошного сечения для механизированной и сварки плавящимся электродом в защитных газах должны соответствовать требованиям ГОСТ 2246:

а) предельное отклонение диаметра не более 0,09 мм;

б) овальность сечения проволоки должна быть не больше 0,05 мм;

в) глубина рисок, царапин, вмятин, следов шлифовки - не более 0,02 мм;

г) медное покрытие проволоки должно быть не менее 0,20 мкм;

д) на проволоки должны отсутствовать отслаивания, растрескивания медного покрытия, поверхностные пленки, закаты, раковины, забоины, окалины, следы ржавления, масло, технологические смазки и другие загрязнения;

е) возбуждение дуги должно производиться с первого зажигания;

ж) горения дуги должно быть стабильным, равномерным, без вибраций;

з) проволока должна обеспечивать плавный переход металла шва к основному металлу, валик должен быть равномерным и мелкочешуйчатым с превышением гребня над впадиной не более 0,1 мм;

и) эластичность дуги должна быть не менее трёх диаметров проволоки.

Защитный газ для механизированной сварки должен соответствовать требованиям ГОСТ 8050 (двуокись углерода газообразная и жидкая высший сорт).

Подготовка к ремонтной сварке, разделка кромок

В месте проведения сварки удаляют окалину, ржавчину, краску, грязь и масло. Зачистку места на котором будет произведена восстановительная сварка, производим механизированным методом (абразивным кругом и стальными проволочными щетками), необходимо обеспечивать очистку поверхности детали до металлического блеска.

Разделку несквозных трещин выполняем на всю глубину трещины до целого металла, разделка должна быть по всей длине трещины плюс 15...20 мм далее её видимых границ. Если производят разделку сквозных трещин, то концы трещины необходимо засверливать диаметром сверла 8...12 мм и раззенковать на $1/3 \dots 1/2$ толщины металла.

Границы трещины могут быть определены при нагреве ее газовой горелкой до температуры 100...150 °С. Потом керном необходимо наметить расположение трещины для последующей её разделки. Разделку трещины необходимо производить с плавным выходом на поверхность на 50 мм далее от концов трещины.

Разделку кромок производим с применением плазменной резки.

При плазменной резке режущей областью является высокотемпературная и ионизованная сжатая часть газа, образующаяся при протекания электрического тока в узком пространстве плазматрона. Установка для плазменной содержит плазматрон и источник питания. Как правило, возбуждение плазменной дуги производится осциллятором.

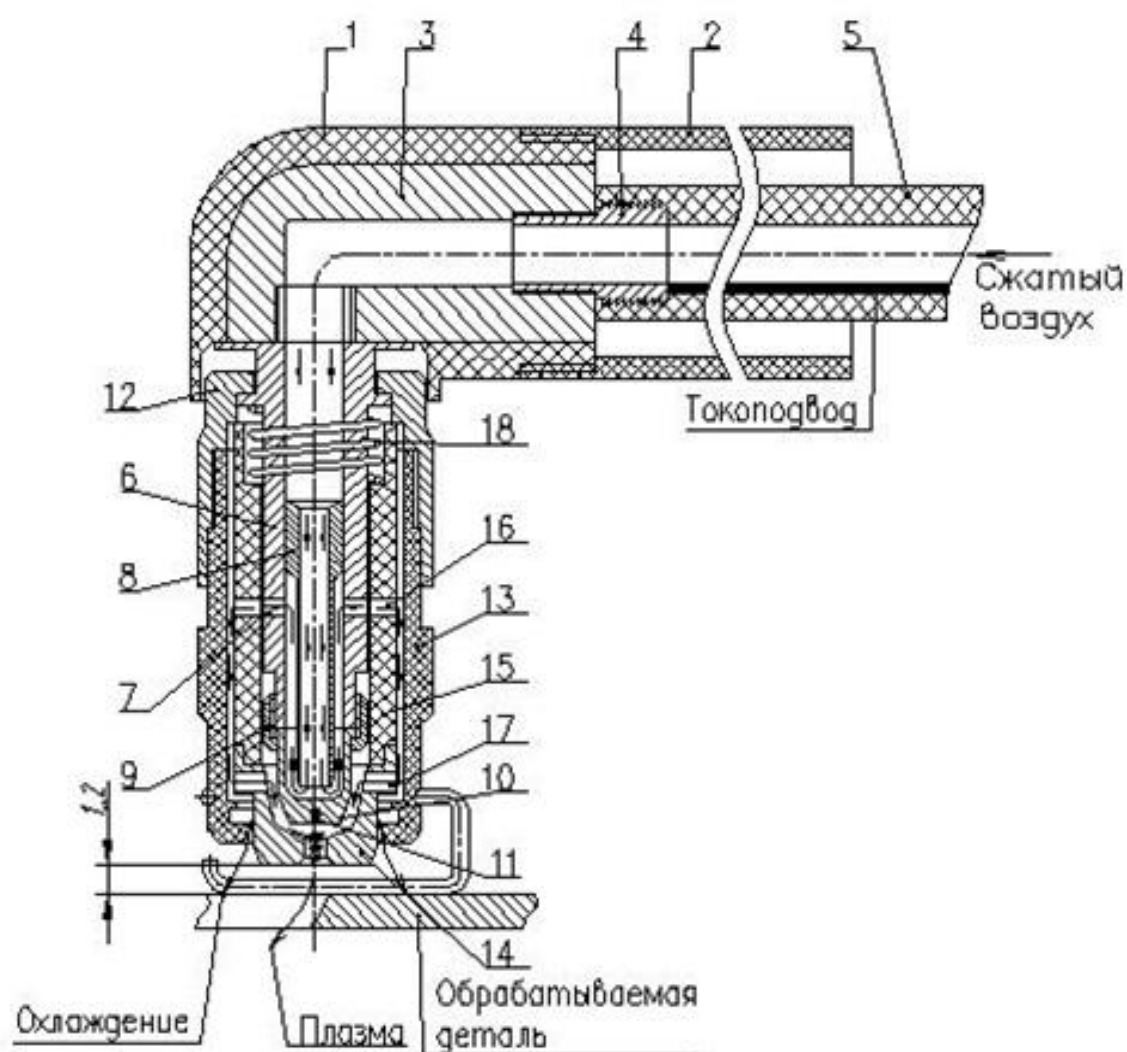
Применяемый в проектной технологии плазменный резак РПВ-101 (рис. 2.7) осуществляет ручную воздушно-плазменную резку металлов. Резак представляет собой устройство, генерирующее режущую плазменную дугу, имеющее воздушное охлаждение. Зажигание плазменной дуги производится контактным способом. В качестве плазмообразующего газа используется

воздух. Плазменный резак непосредственно использует электрическую электроэнергию для резки металла. При этом между электродом и деталью возникает электрическая дуга, формируемая стенками сопла, которая выдувается в зону реза струей сжатого воздуха, который подаётся по каналам завихрителя. Сжатый воздух в завихрителе получает вращательное движение, изолирует стенки сопла от плазменной дуги, заставляет гореть дугу по центру сопла. В плазме воздух достигает температур 10...12 тысяч °С, в результате чего металл под действием дуги мгновенно расплавляется и выдувается из зоны резки.

Резак может быть использован при ручной воздушно-плазменной резке черных металлов толщиной до 50 мм, алюминиевых сплавов толщиной до 25 мм, медных сплавов толщиной до 30 мм. Ток резки может достигать 250 А. Применение резака может осуществляться как в отапливаемых, так и не отапливаемых помещениях. Резак включает в себя следующие детали: головку 1; ручку 2; муфту металлическую 3; штуцер 4; кабель-шланг 5; сердечник 6; отверстие сердечника 7; трубу воздухоподводящую 8; гайку 9; электрод 10; вставку электрохимическую 11; гайку накидную 12; кожух 13; сопло 14; изолятор 15; отверстие изолятора 16; завихритель 17; пружину 18.

Таблица 2.1 – Технические характеристики плазматрона РПВ-101

Род тока	Постоянный
Номинальный ток (ПВ), А	190(60%)
Плазмообразующий газ	Воздух
Охлаждение	Воздух
Масса плазматрона без воздухотокопровода и проводов, кг, не более	1,5



- 1 – головка; 2 – ручка; 3 – муфта металлическая; 4 – штуцер; 5 – кабель-шланг; 6 – сердечник; 7 – отверстие сердечника; 8 – труба воздухоподводящая; 9 – гайка; 10 – электрод; 11 – вставка электрохимическая; 12 – гайка накидная; 13 – кожух; 14 – сопло; 15 – изолятор; 16 – отверстие изолятора; 17 – завихритель; 18 – пружина

Рисунок 2.7 – Конструкция плазменно-воздушного резака РПВ-101

Конструктивные элементы и размеры подготовленных кромок при проведении ремонтной сварки должны соответствовать ГОСТ 14771-78 (рис. 2.8).

После разделки трещины и подготовки кромок необходимо произвести зачистку металла до металлического блеска на расстоянии не менее 20 мм в обе стороны от границы кромок.

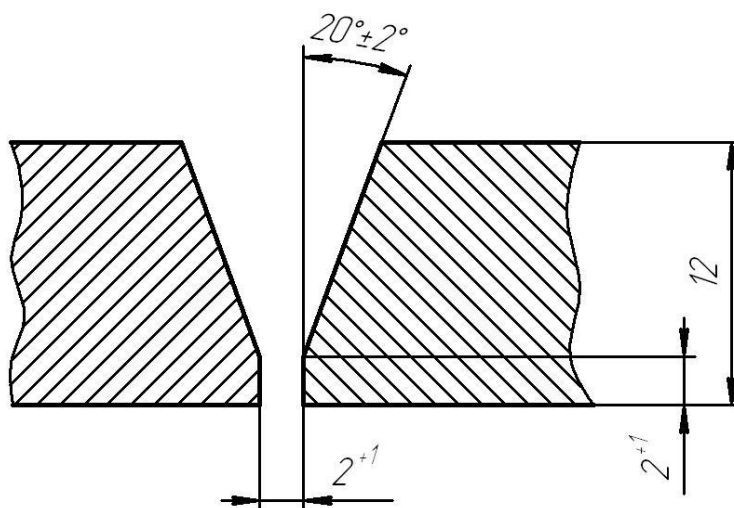


Рисунок 2.8 – Геометрия разделки кромок по ГОСТ 14771—78

Сварка

Для сварки необходимо использовать углекислый газ высшего и первого сорта (по ГОСТ 8050-85). Расход газа при ремонтной сварке устанавливают 1,0...1,4 м³/ч.

Поскольку вверху и внизу баллона скапливаются вредные примеси (воздух и вода), перед началом работы необходимо выпускать первые порции газа и удалить влагу. Чтобы исключить замерзание влаги в редукторе и осушителе производят подогрев газа специальным прибором (например, ПУ-70).

Чтобы защитить поверхность деталей от сварочных брызг используют жидкий концентрат лигносульфоната (возможно применение других защитных средств с аналогичными свойствами, которые не влияют на качество сварки). Лигносульфонат технический разбавляют горячей водой с температурой 50...60 °С в отношении 1:4 по массе или 1:5 по объему. Полученную жидкость

наносят на поверхность деталей тонким слоем на ширине 100...150 мм с обеих сторон шва за 1...2 часа до начала сварки. Поверхность детали перед нанесением защитного покрытия должна быть очищена от масла, эмульсий и других жировых веществ.

Сварку производят на постоянном токе прямой полярности, диаметр сварочной проволоки 1,4 мм, вылет электрода 13...20 мм, ток сварки 200...250 А. Сварку производят «углом назад». Необходимо учитывать, что вылет электродной проволоки (расстояние от торца токоподводящего наконечника горелки до изделия) существенно влияет на стабильность горения дуги и качество шва. Чрезмерный вылет может ухудшить устойчивость горения дуги, и качество формирования шва, привести к повышенному разбрызгиванию.

Для сварки используется полуавтомат ПДГ-525.

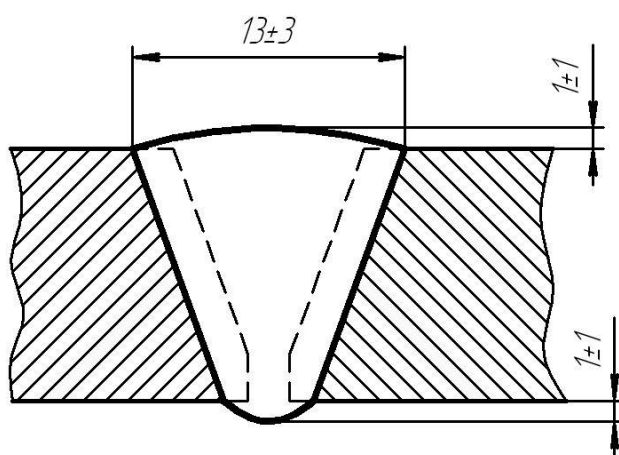


Рисунок 2.9 – Геометрия сварного шва

Контроль качества

Контроль качества сварки необходимо осуществлять систематически в течение реализации всего технологического процесса ремонта изделия. Контролируемые сварные соединения должны быть неокрашенными.

При осуществлении технологического процесса ремонтной сварки контролю подвергают:

- основной металл;
- сварочные материалы;

- подготовки кромок.

Сварочная проволока должна проверяться на соответствие стандартам. Также необходимо контролировать состояние подлежащих сварке и наплавке поверхностей (на них должны отсутствовать продукты коррозии, грязь, масло, краска и т. д.).

Необходимо контролировать наличие сертификатов на все сварочные материалы и соответствие их качества требованиям этих сертификатов.

Средства технологического оснащения контроля (различные приспособления, шаблоны, измерительный инструмент и пр.) должны подвергаться периодическому метрологическому контролю и калибровке.

Сварочное оборудование, приспособления и инструменты необходимо проверять на технологическую точность и соответствие паспортным данным.

Перед контролем качества необходимо произвести очистку сварного шва и прилегающих к нему поверхностей от шлака и других загрязнений, которые могут привести к затруднению осмотра, с обеих сторон шва на ширину не менее 20 мм.

Осмотром выявляют внешние дефекты, ему подвергают 100 % всех швов независимо от того, какие другие методов контроля ещё применяются. Осмотр швов производят по всей их протяженности с двух сторон. Исключение составляют места, недоступные для осмотра.

Невооруженным глазом или лупой с 4-х кратным увеличением проверяют шов на дефекты: трещины, подрезы, свищи, прожоги, натеки, непровары корня и кромок.

Дефекты, выявление которых произведено при внешнем осмотре, необходимо устранить перед контролем с использованием других методов.

Недопустимы следующие дефекты, выявляемые при визуальном и измерительном контроле:

- трещины всех размеров и направлений;
- наплывы, суммарная длина которых составляет более 100 мм на 1 метр участка сварного шва;

- подрезы, которые имеют глубину более 0,5 мм
- незаваренные кратеры;
- свищи и прожоги;
- отклонения в размерах швов в сторону их уменьшения.

Наплавка износостойкого слоя

Наплавку износостойкого слоя на поверхность изделия произведём при помощи механизированной сварки порошковой проволокой в углекислом газе. Экспериментальные исследования позволили подобрать оригинальный состав шихты порошковой проволоки.

Азот вызывает существенное повышение пластических и релаксационных свойств наплавленного металла. Также повышаются прочностные свойства металла вследствие выделения нитридов и карбонитридов. Азот может выполнять роль заменителя никеля, введение азота позволяет снизить содержание никеля в металле шва. Пониженное содержание никеля уменьшает стоимость присадочного материала и подавляет процессы коагуляции, проходящие при старении интерметаллидной фазы в сварном шве.

Титан и алюминий осуществляют интерметаллидное упрочнение металла шва. Титан, также ускоряет процессы дисперсионного твердения при высоком содержании бора.

Алюминий и ванадий обеспечивают протекание процессов нитридного и карбонитридного упрочнения.

Алюминий, кремний, молибден и хром повышают окалиностойкость металла сварного шва.

Таблица 2.2 – Состав порошковой проволоки для проведения наплавки самоупрочняющегося износостойкого слоя

Элемент	Содержание элемента
Марганец	5...14 %
Молибден	4...11 %
Хром	2,5...14 %
Феррованадий	0,3...8 %
Никель	0,3...5,5 %
Ферротитан	0,3...4,5 %
Вольфрам	0,1...5,5 %
Кремний	0,1...3 %
Ферроалюминий	0,2...4 %
Углерод	0,1...0,8 %
Азот	0,1...0,4 %
Феррониобий	0,1...3 %
Бор	0,001...1 %
Оболочка	Остальное

Молибден является поверхностно- активным элементом по отношению к железу, его повышенное содержание препятствует выделению карбидов и интерметаллидов по границам зерен, это приводит к увеличению прочности и пластичности наплавленного металла.

Легирование бором в весьма значительных количествах (до 0,6% в наплавке) служит для упрочнения границ зерен. Образующаяся при сварке боридная эвтектика производит очистку металла наплавленного слоя от вредных примесей и повышает стойкость наплавленного металла против горячих трещин.

Повышенное содержание марганца в проволоке служит для снижения твердости наплавленного металла (20...35 HRC) к концу наплавки. Через некоторое время после наплавки происходит процессе старения, марганец значительно повышает прочность наплавленного слоя из-за аллотропических превращений. Повышенное содержание марганца позволяет получить высокую отпускную прочность и твердость наплавленного слоя.

3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

3.1 Технологическая характеристика объекта

Выполнение сварочных работ может сопровождаться несчастными случаями и возникновением у персонала профессиональных заболеваний.

За соблюдением правил техники безопасности на предприятиях следит инспекция Госгортехнадзора РФ, инспектор ЦК профсоюзов, Государственная санитарная инспекция и Государственная инспекция пожарной охраны.

Таблица 3.1 - Технологический паспорт объекта

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Должность работника, который выполняет операцию технологического процесса	Применяемые устройства, оборудование, приспособления	Применяемые вещества и материалы
1. Подготовка трещины	Слесарь-сборщик	Машина угловая шлифовальная ИЭ-2106, сверлильный станок МС-36	Круг абразивный, щётка металлическая, рукавицы
2. Разделка кромок	Газоэлектросварщик	Выпрямитель сварочный ВД-252, плазменный резак РПВ-101	Щётка металлическая, вода техническая
3. Сварка	Газоэлектросварщик	Выпрямитель сварочный ВД-252, полуавтомат ПДГ-525	Сварочная проволока, лигосульфат, углекислый газ, рукавицы
4. Контроль качества	Дефектоскопист	Лупа, машина угловая шлифовальная ИЭ-2106	Керосин, мел, рукавицы

3.2 Персональные риски при осуществлении проектной технологии

Таблица 3.2 –Профессиональные риски

Операция технологического процесса, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы	Источники опасных и вредных производственных факторов
1	2	3
1. Подготовка трещины	- наличие острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхности заготовок, инструмента и оборудования - движущиеся части машин и механизмов, производственного оборудования - повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне - повышенное напряжение в электрической цепи, для которой существует опасность замыкания через человека	Машина угловая шлифовальная ИЭ-2106, сверлильный станок МС-36
2. Разделка кромок	- наличие острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхности заготовок, инструмента и оборудования - движущиеся части машин и механизмов, производственного оборудования - повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне - повышенное напряжение в электрической цепи, для которой существует опасность замыкания через человека - высокое значение температуры поверхностей у оборудования и материалов	Выпрямитель сварочный ВД-252, плазменный резак РПВ-101

1	2	3
3. Сварка	- высокое значение температуры поверхностей у оборудования и материалов - повышенное напряжение в электрической цепи, для которой существует опасность замыкания через человека - повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне	Выпрямитель сварочный ВД-252, полуавтомат ПДГ-525
4. Контроль качества	- наличие острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхности заготовок, инструмента и оборудования - движущиеся части машин и механизмов, производственного оборудования - повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне - повышенное напряжение в электрической цепи, для которой существует опасность замыкания через человека	Лупа, машина угловая шлифовальная ИЭ-2106

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 3.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы	Организационные мероприятия и технические средства для защиты, снижения и устранения опасных и вредных производственных факторов	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
1. Наличие острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхности заготовок	Периодический инструктаж по технике безопасности	Перчатки, спецодежда.

1	2	3
2. Движущиеся части машин и механизмов, производственного оборудования	Нанесение предостерегающих надписей, соответствующей окраски, установка ограждений	-
3. Высокое значение температуры поверхностей у оборудования и материалов	Периодический инструктаж по технике безопасности	Спецодежда, перчатки
4. Повышенное напряжение в электрической цепи, для которой существует опасность замыкания через человека	Организация заземления электрических машин и периодического контроля изоляции.	-
5. Высокий уровень ультразвуковых волн в рабочей зоне	Экранирование зоны сварки при помощи щитов	Спецодежда, маска сварщика
6. Высокий уровень инфракрасной радиации	Экранирование зоны сварки при помощи щитов	Спецодежда, маска сварщика

3.4 Пожарная безопасность технологического объекта

Таблица 3.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок ремонтной сварки	Выпрямитель сварочный ВД-252, полуавтомат ПДГ-525, машинка шлифовальная	пожары, которые протекают при воспламенении и горении веществ и материалов на электроустановках, имеющих электрическое напряжение (Е)	Наличие пламени и искр; теплового потока; повышенной температуры окружающей среды; повышенной концентрации токсичных продуктов горения горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в помещении	замыкание на проводящие ток части технологических установок напряжения с высоким значением на оборудовании, агрегатах, изделиях и иного имущества; термохимическое воздействие огнетушащих веществ, которые используются при пожаре, на предметы и людей

Таблица 3.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства для тушения	Мобильные средства для тушения	Стационарные системы и установки для тушения	Пожарная автоматика	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОВП-80	-	-	-	-	План эвакуации,	Лопата, багор, топор	кнопка извещения о пожаре

Таблица 3.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Технологический процесс	Вид реализуемого организационного или технического мероприятия	Требования для обеспечения пожарной безопасности, достигаемый эффект
Ремонтная сварка	Ознакомление рабочего персонала и служащих с правилами пожарной безопасности, использование средств наглядной агитации по пожарной безопасности, проведение с производственным персоналом учений по обеспечению пожарной безопасности	Необходимо в достаточном количестве наличие на участке первичных средств пожаротушения, применять защитные экраны для ограничения разлёта искр.

3.5 Экологическая безопасности технологического объекта

Таблица 3.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Реализуемый технологический процесс	Составляющие операции технологического процесса	Отрицательное влияние технического объекта на атмосферу	Отрицательное влияние технического объекта на гидросферу	Отрицательное влияние технического объекта на литосферу
Ремонтная сварка	Подготовка, сборка, сварка	Вредные выделения при сварке	Остатки масла	упаковка от проволоки бумажная и полиэтиленовая; металлолом, преимущественно о стальной; бытовой мусор.

Таблица 3.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Ремонтная сварка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия	Необходимо произвести установку контейнеров, для селективного сбора бытового мусора и производственных отходов. Предусмотреть отдельный контейнер для металлолома. Нанести на контейнеры соответствующие надписи. Проводить инструктаж среди производственного персонала по правильному складыванию в контейнеры мусора и отходов.

3.6 Заключение по разделу

При выполнении данного раздела выявлены опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие проектную технологию. Произведён анализ возможности устранения и уменьшения этих факторов, показавший, что при использовании стандартных средств обеспечения безопасности и санитарии производства можно добиться безопасности работников при промышленном внедрении результатов проекта. В разработке специальных и дополнительных средств защиты нет необходимости. Наблюдается угроза экологической безопасности. При осуществлении проектной технологии требуется соблюдать технологический регламент и производственную санитарию.

4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ

В экономическом разделе необходимо определить затраты на материалы, электроэнергию, заработную плату, составляют калькуляцию себестоимости единицы изделия (по базовому и проектному вариантам), рассчитывают годовой экономический эффект от внедрения разрабатываемого проекта в производство. Также в этом разделе рассчитывают процент снижения себестоимости восстанавливаемого изделия и снижение трудоемкости работ.

В качестве базового варианта примем аргонодуговую сварку неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки. Этот способ имеет значительные недостатки, влияющие на свариваемость наплавляемого слоя с основным металлом, также приводящие к разупрочнению основного металла в зоне ремонта и короблению детали, получение удовлетворительного качества сварки затруднительно и требует значительных энергетических и материальных затрат.

Для устранения всех этих недостатков в Тольяттинском государственном университете был разработан способ и оборудование для ремонтной сварки изделий из алюминиевых сплавов трёхфазной дугой с подключением присадочной проволоки в среднюю фазу.

Таблица 4.1 – Исходные данные, необходимые для проведения расчета экономической эффективности

№ п/п	Показатель	Усл. обозн.	Ед. измер.	Варианты	
				базовый	проектный
	1	2	3	4	5
1	Цена материала: аргон	C_m	руб/м ³	80	80
	присадочная проволока		руб/кг	130	130
	вольфрамовый электрод		руб/кг	3000	3000

Продолжение таблицы 4.1

2	Норма расхода: аргон присадочная проволока вольфрамовый электрод	H_p	m^3 кг кг	0,0252 0,414 0,000495	0,0216 0,342 0,000468
3	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{Т-З}$	—	1,05	1,05
4	Коэффициент доплат к основной заработной плате	K_d	—	1,88	1,88
5	Коэффициент отчислений на дополнительную заработную плату	$K_{доп}$	%	12	12
6	Коэффициент отчислений на социальные нужды	$K_{СС}$	%	26,2	26,2
7	Норма амортизационных отчислений на оборудование	H_A	%	18	18
8	Балансовая стоимость оборудования	$C_{об}$	рублей	50000	70000
9	Мощность установки	M_y	кВт	3	3,5
10	Коэффициент полезного действия	$K_{ПД}$	—	0,6	0,7
11	Стоимость электроэнергии	$C_{ээ}$	рублей /кВт	1,75	1,75
12	Цена площади	$C_{пл}$	рублей /м ²	3000	3000
13	Площадь, занимаемая оборудованием	S	м ²	5	6
14	Коэффициент затрат на монтаж (демонтаж) оборудования	$K_{монт}$	—	1,03	1,03
15	Нормативный коэффициент эффективности доп. кап. вложений	E_H	—	0,33	0,33
16	Коэффициент цеховых расходов	$K_{цех}$	—	2,50	2,50

Продолжение таблицы 4.1

17	Коэффициент заводских расходов	$K_{ЗAB}$	—	1,50	1,50
18	Коэффициент внепроизводственных расходов	K_{BH}	—	0,05	0,05
19	Коэффициент прибыли предприятия	$K_{ПР}$	—	0,3	0,3
20	Часовая тарифная ставка (V разряд)	$C_{\text{ч}}$	рублей /час	24,49	24,49
21	Норма машинного времени	$t_{\text{маш}}$	час	0,3	0,25

4.1 Расчёт нормы времени на восстановление детали

Нормы времени вычисляем с применением формулы:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{маш}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{отл}} + t_{\text{п-з}}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{маш}}$ – машинное время, рассчитывается по технологическому процессу;

$t_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, $t_{\text{всп}} = 15\%$ от $t_{\text{маш}}$;

$t_{\text{бсл}}$ – время на обслуживание оборудования и рабочего места, $t_{\text{обсл}} = 10\%$ от $t_{\text{маш}}$;

$t_{\text{отл}}$ – время на личный отдых рабочего, $t_{\text{всп}} = 5\%$ от $t_{\text{маш}}$;

$t_{\text{п-з}}$ – время подготовительно-заключительное, $t_{\text{п-з}} = 2\%$ от $t_{\text{маш}}$.

Вычисляем штучное время:

$$T_{\text{шт.Баз.}} = 0,3 + 0,045 + 0,03 + 0,015 + 0,006 = 0,396 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{шт.П.}} = 0,25 + 0,0375 + 0,025 + 0,0125 + 0,005 = 0,33 \text{ ч.}$$

4.2. Фонд времени работы оборудования

Расчёт номинального годового фонда времени работы оборудования производим по формуле:

$$F_{\text{H}} = (D_{\text{Р}} \cdot T_{\text{СМ}} - D_{\text{П}} \cdot T_{\text{П}}) \cdot C \quad (4.2)$$

где $D_{\text{Р}}$ – количество рабочих дней в году;

$T_{\text{СМ}}$ – продолжительность смены;

D_{Π} - количество предпраздничных дней;

T_{Π} - количество часов, на которые сокращена смена в предпраздничные дни;

C - количество смен

$$F_H = (300 \cdot 8 - 52 \cdot 2) \cdot 1 = 2032 \text{ часов}$$

Эффективный фонд времени работы оборудования вычисляем по формуле:

$$F_{\Theta} = F_H \cdot (1 - B/100), \quad (4.3)$$

где B – плановые потери рабочего времени. $B = 7 \%$.

$$F_{\Theta} = 2032 \cdot (1 - 7/100) = 1890 \text{ часов}$$

Годовую программу выпуска вычисляем по формуле:

$$P_{\Gamma} = F_{\Theta} / t_{\text{шт}}, \quad (4.4)$$

$$P_{\Gamma, \text{Баз.}} = 1890 / 0,396 = 4772 \text{ шт}$$

$$P_{\Gamma, \text{П.}} = 1890 / 0,33 = 5727 \text{ шт}$$

Принимаем для проведения последующих экономических расчётов расчетов $P_{\Gamma} = 4500$ шт в год.

Расчёт количества оборудования производим по формуле:

$$n_{\text{РАСЧ}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot P_{\Gamma}}{F_{\Theta} \cdot K_{\text{ВН}}} \quad (4.5)$$

где $n_{\text{РАСЧ}}$ – расчетное количество мест (шт.);

F_{Θ} – эффективный фонд времени работы оборудования (час.);

$t_{\text{шт}}$ – штучное время обработки детали (час.);

P_{Γ} – производственная программа восстановления деталей (шт./год);

$K_{\text{ВН}}$ – значение коэффициента, учитывающего выполнение нормы.

$$n_{\text{РАСЧ.Баз.}} = \frac{0,396 \cdot 4500}{1890 \cdot 1,1} = 0,9 \text{ ед}$$

$$n_{\text{РАСЧ.П.}} = \frac{0,33 \cdot 4500}{1890 \cdot 1,1} = 0,75 \text{ ед}$$

Принимаем по 1 единице оборудования по базовому и проектному вариантам

Расчёт значения коэффициента загрузки рабочих мест на каждой операции производим по формуле:

$$K_{\text{ЗОБ}} = \frac{n_{\text{РАСЧ}}}{n_{\text{ПР}}} \quad (4.6)$$

$$K_{\text{З.Баз.}} = \frac{0,9}{1} = 0,9$$

$$K_{\text{З.П.}} = \frac{0,75}{1} = 0,75$$

4.3 Технологическая себестоимость сравниваемых вариантов

Расчёт затрат на материалы и полуфабрикаты производим по формуле:

$$M = \Sigma (\Pi_{\text{М}} \cdot N_{\text{Р}} \cdot K_{\text{Т-З}}), \quad (4.7)$$

где $\Pi_{\text{М}}$ – стоимость материала;

$N_{\text{Р}}$ – норма расхода;

$K_{\text{Т-З}}$ – значение коэффициента, учитывающего транспортно-заготовительные расходы.

$$M_{\text{Баз.}} = (80 \cdot 0,0252 + 130 \cdot 0,414 + 3000 \cdot 0,000495) \cdot 1,05 = 60,18 \text{ рублей}$$

$$M_{\text{П.}} = (80 \cdot 0,0216 + 130 \cdot 0,342 + 3000 \cdot 0,000468) \cdot 1,05 = 49,97 \text{ рублей}$$

Фонд заработной платы основных производственных рабочих складывается из основной и дополнительной заработной платы.

Расчёт затрат на основную заработную плату производим по формуле:

$$З_{\text{ОСН}} = C_{\text{Ч}} \cdot t_{\text{ШТ}} \cdot K_{\text{Д}}, \quad (4.8)$$

где $C_{\text{Ч}}$ – часовая тарифная ставка, руб/час;

$t_{\text{ШТ}}$ – норма штучного времени, час;

$K_{\text{Д}}$ – значение коэффициента, учитывающего доплаты к основной заработной плате.

$$З_{\text{ОСН. Баз.}} = 24,49 \cdot 0,396 \cdot 1,88 = 17,95 \text{ рублей}$$

$$З_{\text{ОСН. П.}} = 24,49 \cdot 0,33 \cdot 1,88 = 15,19 \text{ рублей}$$

Расчёт затрат на дополнительную заработную плату производим по формуле:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot \frac{К_{\text{доп}}}{100}, \quad (4.9)$$

где $К_{\text{доп}}$ – значение коэффициента, учитывающего отчисления на дополнительную заработную плату, %.

$$З_{\text{доп.б.}} = 17,95 \cdot \frac{12}{100} = 2,15 \text{ рублей}$$

$$З_{\text{доп.пр.}} = 15,19 \cdot \frac{12}{100} = 1,82 \text{ рублей}$$

$$\Phi ЗП_{\text{баз.}} = 17,95 + 2,15 = 20,1 \text{ рублей};$$

$$\Phi ЗП_{\text{п.}} = 15,19 + 1,82 = 17,01 \text{ рублей}$$

Расчёт отчислений на социальные нужды производим по формуле:

$$О_{\text{сс}} = \frac{\Phi_{\text{от}} \cdot К_{\text{сс}}}{100}, \quad (4.10)$$

где $К_{\text{сс}}$ — значение коэффициента, учитывающего отчисления на социальные нужды.

$$О_{\text{сс.б.}} = \frac{(17,95 + 2,15) \cdot 26}{100} = 5,23 \text{ рублей}$$

$$О_{\text{сс.пр.}} = \frac{(15,19 + 1,82) \cdot 26}{100} = 4,42 \text{ рублей}$$

Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию оборудования производим по формуле:

$$З_{\text{об}} = А_{\text{об}} + Р_{\text{э-э}} \quad (4.11)$$

где $А_{\text{об}}$ - амортизация оборудования;

$Р_{\text{э-э}}$ - расхода на электроэнергию.

Расчёт затрат на амортизацию оборудования производим по формуле:

$$А_{\text{об.}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot Н_{\text{а}} \cdot t_{\text{маш}}}{F_{\text{э}} \cdot 100}, \quad (4.12)$$

где $t_{\text{маш}}$ – машинное время, час;

$Н_{\text{а}}$ – норма амортизации оборудования, %;

$Ц_{\text{об}}$ – балансовая стоимость оборудования, руб;

$F_{\text{э}}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования, час.

$$А_{\text{об.б.}} = \frac{50000 \cdot 18 \cdot 0,3}{1890 \cdot 100} = 1,1 \text{ рублей}$$

$$A_{\text{об.пр.}} = \frac{70000 \cdot 18 \cdot 0,25}{1890 \cdot 100} = 1,2 \text{ рублей}$$

Расчёт расходов на электроэнергию производим по формуле:

$$P_{\text{ээ}} = \frac{M_y \cdot T_{\text{маш}} \cdot \Pi_{\text{ээ}}}{\text{КПД}}, \quad (4.13)$$

где M_y – потребляемая мощность установки, кВт;

$T_{\text{маш}}$ – время работы установки, час;

КПД – коэффициент полезного действия технологического оборудования;

$\Pi_{\text{ээ}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час.

$$P_{\text{ээ.б.}} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 1,75}{0,6} = 2,63 \text{ рублей}$$

$$P_{\text{ээ.пр.}} = \frac{3,5 \cdot 0,25 \cdot 1,75}{0,7} = 2,19 \text{ рублей}$$

Производим вычисление затрат на оборудование, общие:

$$З_{\text{об.баз.}} = 1,1 + 2,63 = 3,73 \text{ руб}$$

$$З_{\text{об.п.}} = 1,2 + 2,19 = 3,39 \text{ руб}$$

Расчёт амортизационных отчислений на производственную площадь производим по формуле:

$$A_{\text{пл}} = \frac{\Pi_{\text{пл}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}}}{E_9}, \quad (4.14)$$

где $\Pi_{\text{пл}}$ – стоимость аренды 1 м² площади, руб/м²;

S – используемая площадь, м²;

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, час.

$$A_{\text{пл.б.}} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 0,396}{1890} = 3,1 \text{ рублей}$$

$$A_{\text{пл.пр.}} = \frac{3000 \cdot 6 \cdot 0,33}{1890} = 2,6 \text{ рублей}$$

Расчёт расходов на содержание и эксплуатацию площадей производим по формуле:

$$P_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{эсп}} \cdot S \cdot t_{\text{шт}}}{E_9}, \quad (4.15)$$

где $C_{\text{эксп}}$ – стоимость эксплуатации производственной площади, руб/м²;

$$P_{\text{пл.б.}} = \frac{300 \cdot 5 \cdot 0,396}{1890} = 0,31 \text{ рублей}$$

$$P_{\text{пл.п.}} = \frac{300 \cdot 6 \cdot 0,33}{1890} = 0,26 \text{ рублей}$$

Производим вычисление затрат на производственную площадь:

$$Z_{\text{пл}} = A_{\text{пл}} + P_{\text{пл}} \quad (4.16)$$

$$Z_{\text{пл.баз.}} = 0,31 + 3,1 = 3,41 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{пл.п.}} = 2,6 + 0,26 = 2,86 \text{ руб}$$

Расчёт технологической себестоимости восстановления детали по базовому и проектному варианту технологии производим по формуле:

$$C_{\text{тех}} = M + \Phi_{\text{от}} + O_{\text{сс}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{пл.}} \quad (4.17)$$

$$C_{\text{тех.баз.}} = 60,18 + 20,1 + 5,23 + 3,41 = 92,65 \text{ рублей}$$

$$C_{\text{тех.п.}} = 49,97 + 17,01 + 4,42 + 3,39 + 2,86 = 77,65 \text{ рублей}$$

4.4 Расчёт цеховой себестоимости

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}}, \quad (4.18)$$

где $K_{\text{цех}}$ — значение коэффициента, учитывающего цеховые расходы;

$P_{\text{цех}} = K_{\text{цех}} \cdot Z_{\text{осн}}$ — цеховые расходы.

$$C_{\text{цех.баз.}} = 92,65 + 2,5 \cdot 17,95 = 137,5 \text{ рублей}$$

$$C_{\text{цех.п.}} = 77,65 + 2,5 \cdot 15,19 = 115,6 \text{ рублей}$$

4.5 Расчёт заводской себестоимости

$$C_{\text{зав}} = C_{\text{цех}} + P_{\text{зав}}, \quad (4.19)$$

где $K_{\text{зав}}$ — значение коэффициента, учитывающего заводские расходы;

$P_{\text{зав}} = K_{\text{зав}} \cdot Z_{\text{осн}}$ — расходы заводские.

$$C_{\text{зав.баз.}} = 137,5 + 1,5 \cdot 17,95 = 164,4 \text{ рублей}$$

$$C_{\text{зав.п.}} = 115,6 + 1,5 \cdot 15,19 = 138,4 \text{ рублей}$$

4.6 Расчёт полной себестоимости

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{зав}} + P_{\text{вн}}, \quad (4.20)$$

где $P_{ВН}$ – величина внепроизводственных расходов:

$$P_{ВН} = C_{ЗАВ} \cdot \frac{K_{ВН}}{100} \quad (4.21)$$

где $K_{ВН}$ – значение коэффициента, учитывающего внепроизводственные расходы.

$$P_{ВН.БАЗ.} = 164,4 \cdot 0,05 = 8 \text{ рублей}$$

$$P_{ВН.П.} = 138,4 \cdot 0,05 = 7 \text{ рублей}$$

$$C_{ПОЛН.БАЗ.} = 164,4 + 8 = 172,4 \text{ рублей}$$

$$C_{ПОЛН.П.} = 138,4 + 7 = 146,4 \text{ рублей}$$

Таблица 4.2 – Калькуляция полной себестоимости сварки по вариантам

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ	Усл. обоз.	Калькуляция., руб	
			базовый	проектный
1	Материалы	М	60,18	49,97
2	Фонд заработной платы	ФЗП	20,1	17,01
3	Отчисления на соц. нужды	Осс	5,23	4,42
4	Расходы на оборудование	Зоб	3,73	3,39
5	Затраты на площади	Зпл	3,41	2,86
6	Себестоимость технологич.	$C_{ТЕХ}$	95,05	80,42
7	Расходы цеховые	$P_{ЦЕХ}$	44,88	37,98
8	Себестоимость цеховая	$C_{ЦЕХ}$	137,5	115,6
9	Расходы заводские	$P_{ЗАВ}$	26,92	22,79
10	Себестоимость заводская	$C_{ЗАВ}$	164,4	138,4
11	Внепроизводственные расходы	$P_{ВН}$	8	7
12	Себестоимость полная	$C_{ПОЛН}$	172,4	146,4

Расчет отпускной цены предприятия производим по формуле:

$$Ц_{ОТП} = C_{ПОЛН} + ПР, \quad (4.22)$$

где ПР – прибыль предприятия (рублей):

$$ПР = C_{ПОЛН} \cdot \frac{K_{ПР}}{100}, \quad (4.23)$$

где $K_{ПР}$ – значения коэффициента, учитывающего прибыль предприятия.

$$ПР_{БАЗ.} = 172,4 \cdot 0,3 = 49 \text{ рублей}$$

$$ПР_{П.} = 146,4 \cdot 0,3 = 41 \text{ рублей}$$

$$Ц_{ОТП.БАЗ.} = 172,4 + 49 = 221,4 \text{ рублей}$$

$$Ц_{ОТП.П.} = 146,4 + 41 = 187,4 \text{ рублей}$$

4.7 Расчет капитальных затрат для осуществления технологического процесса

Расчет затрат на оборудование производим по формуле:

$$K_{ОБ} = Ц_{ОБ} \cdot K_{Т-З} \cdot K_{МОНТ}, \quad (4.24)$$

где $K_{МОНТ}$ — значение коэффициента, учитывающего затраты на проведение монтажа и демонтажа оборудования.

$$K_{ОБ. Баз} = 50000 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 54075 \text{ рублей}$$

$$K_{ОБ. П.} = 70000 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 75705 \text{ рублей}$$

Расчет затрат на площадь, необходимую для осуществления технологического процесса, производим по формуле:

$$K_{ПЛ} = S \cdot Ц_{ПЛ}. \quad (4.25)$$

$$K_{ПЛ. Баз.} = 5 \cdot 3000 = 15000 \text{ рублей}$$

$$K_{ПЛ. П.} = 6 \cdot 3000 = 18000 \text{ рублей}$$

Расчёт общих капитальных вложений производим по формуле:

$$K_{ОБЩ} = K_{ОБ} + K_{ПЛ}. \quad (4.26)$$

$$K_{ОБЩ. Баз.} = 54075 + 15000 = 69075 \text{ рублей}$$

$$K_{ОБЩ. П.} = 75705 + 18000 = 93705 \text{ рублей}$$

Расчёт удельных капитальных вложений производим по формуле:

$$\hat{E}_{\acute{O}\ddot{A}} = \frac{\hat{E}_{\hat{I} \acute{A}\ddot{U}}}{\ddot{I}_{\ddot{A}}}, \quad (4.27)$$

где $П_{Г}$ — годовая программа выпуска изделий, шт.

$$K_{уд. Б.} = \frac{69075}{4500} = 13,81 \text{ рублей}$$

$$K_{уд. П.} = \frac{93705}{4500} = 18,74 \text{ рублей}$$

Расчёт дополнительных капитальных вложений производим по формуле:

$$\Delta K = K_{\text{ОБЩ. ПР.}} - K_{\text{ОБЩ. Б.}} \quad (4.28)$$

$$\Delta K = 93705 - 69075 = 24630 \text{ рублей}$$

4.8 Показатели экономической эффективности

Расчёт показателя снижения трудоемкости производим по формуле:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{шт.Б.}} - t_{\text{шт.ПР.}}}{t_{\text{шт.Б.}}} \cdot 100\%, \quad (4.29)$$

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{0,396 - 0,33}{0,396} \cdot 100\% = 15,38\%.$$

Расчёт показателя снижения себестоимости производим по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХ.Б.}} - C_{\text{ТЕХ.ПР.}}}{C_{\text{ТЕХ.Б.}}} \cdot 100\%, \quad (4.30)$$

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{92,65 - 77,65}{92,65} \cdot 100\% = 16,2\%.$$

Расчёт условно-годовой экономии производим по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{ПОЛН. Б.}} - C_{\text{ПОЛН. ПР.}}) \cdot \Pi_{\Gamma}. \quad (4.31)$$

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = (172,4 - 146,4) \cdot 4500 = 130000 \text{ рублей}$$

Расчёт годового экономического эффекта в сфере производства производим по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(C_{\text{ПОЛН. Б.}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УД. Б.}}) - (C_{\text{ПОЛН. ПР.}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УД. ПР.}})] \cdot \Pi_{\Gamma}. \quad (4.32)$$

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = [(172,4 + 0,33 \cdot 13,81) - (146,4 + 0,33 \cdot 18,74)] \cdot 4500 = 121900 \text{ рублей}$$

Расчёт срока окупаемости дополнительных капитальных вложений производим по формуле:

$$T_{\text{ОК}} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_{\text{УГ}}} = \frac{K_{\text{ОБЩ.ПР.}} - K_{\text{ОБЩ.Б.}}}{\mathcal{E}_{\text{УГ}}}. \quad (4.32)$$

$$T_{\text{ОК}} = \frac{24630}{130000} = 0,1 \text{ года.}$$

4.9 Заключение по экономическому разделу

В ходе решения задач выпускной квалификационной работы была разработана технология ремонтной сварки, было выбрано оборудование, разработаны мероприятия по созданию безопасных условий труда рабочих.

За счёт снижения трудоёмкости на 15,38 % при внедрении проектной технологии аргонодуговой наплавки трёхфазной дугой с контролируемым тепловложением себестоимость наплавки снижается на 16,2 %. Условно-годовая экономия предполагается в размере 130000 рублей. Для внедрения этой технологии требуются дополнительные капитальные вложения в размере 24630 рублей, которые окупятся за 0,1 года. Годовой экономический эффект с учетом дополнительных капитальных вложений составит 121900 рублей. Следовательно, разработанная технология экономически эффективна и может быть применена в ремонтных работах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была поставлена цель - повышение эффективности ремонта ковша экскаватора-погрузчика ЭО-2626.

На основании анализа состояния вопроса были сформулированы задачи:

- 1) предложить способ для ремонтной сварки вместо ручной дуговой сварки;
- 2) разработать проектный вариант технологии ремонтной сварки;
- 3) предложить оборудование для осуществления предлагаемой технологии

В качестве способа ремонтной сварки была выбрана механизированная сварка в защитных газах. Для повышения эффективности механизированной сварки в защитном газе предложено применять импульсное управление дугой.

Для повышения износостойкости изделия в месте ремонтной сварки предложено использовать износостойкую наплавку порошковой проволокой в углекислом газе. Предложенный состав проволоки обеспечивает формирование самоупрочняющегося слоя на поверхности изделия.

Была составлена проектная технология ремонтной сварки, эффективность применения которой доказана экономическими расчётами.

Годовой экономический эффект с учетом дополнительных капитальных вложений составит 2,032 млн. рублей

На основании вышеизложенного поставленную цель можно считать достигнутой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грузин, В. В. Обеспечение эффективности восстановления средств механизации в системе планово-предупредительного ремонта / В. В. Грузин , А. С. Нуракова // Наука, техника, инновации. – 2005. – № 4. – С. 82 – 86.
2. Нуракова, А. С. Анализ экономической эффективности технологических вариантов восстановления изношенных деталей при ремонте машин / А. С. Нуракова // Вестник Евразийского Гуманитарного института. – 2005. – №3. – С. 56 – 61.
3. Ельцов, В. В. Ремонтная сварка и наплавка деталей машин и механизмов.: учебное пособие / В. В. Ельцов. – Тольятти: ТГУ, 2012 – 176 с.
4. Виноградов, В. С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В. С. Виноградов – М. : Высшая школа, 1999. – 318 с.
5. Крагельский, И. В. Трение и износ / И. В. Крагельский. – М.: Машиностроение, 1968. – 370с.
6. Крагельский, И. В. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. – М. : Машиностроение, 1977. – 258 с.
7. Воловик, Е. Л. Справочник по восстановлению деталей / Е. Л. Воловик. – М. : Колос, 1981. – 351 с.
8. Сварка и резка материалов: Учеб. пособие / М. Д. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин [и др.]; под ред. Ю.В. Казакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 400 с.
9. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов. – 2-е изд. испр. и доп. / А. И. Акулов, В. П. Алехин, С. И. Ермаков [и др.]; под ред. А. И. Акулова. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с.

10. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах / Под общ. Ред. Н.П. Алёшина, Г.Г. Чернышова – М.: Машиностроение, 2004. Т.2 / Н. П. Алёшин [и др.] – 480 с.
11. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет.: К.В. Фролов (пред.) [и др.] – М.: Машиностроение. – Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т. III-7 / В.В. Клюев [и др.]; под общ. Ред. В.В. Клюева – 1996, 464 с.
12. Сварка в машиностроении: Справ, в 4 т. / Под ред. Н.А. Ольшанского. – М.: Машиностроение, 1978. – Т.1 – 504 с.
13. Сидоров, А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров. – М. : Машиностроение, 1987. – 192 с.
14. Смирнов, И. В. Сварка специальных сталей и сплавов / И. В. Смирнов. – С.-Пб: Изд-во «Лань», 2012. – 272 с.
15. Потапьевский, А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом / А. Г. Потапьевский. – М.: Машиностроение, 1974. – 240 с.
16. Потапьевский, А. Г. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография / А. Г. Потапьевский, Ю. Н. Сараев, Д. А. Чинахов. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.
17. Лебедев, В. А. Зависимость между скоростями импульсной подачи проволоки и ее плавления при сварке с короткими замыканиями / В. А. Лебедев // Автоматическая сварка. – 2007. – № 4. – С. 19–22.
18. Лебедев, В. А. Определение параметров импульсной подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке и наплавке / В. А. Лебедев // Сварочное производство. – № 8. – 2008. – С. 11–14.
19. Гецкин, О. Б. Разработка алгоритма управления переносом электродного металла при сварке в защитных газах и его реализация в многофункциональном сварочном источнике: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Чебоксары: НПП «Технотрон». – 2010.

20. Брауде, М. З. Охрана труда при сварке в машиностроении / М. З. Брауде, Е. И. Воронцова, С. Я. Ландо. – М.: Машиностроение, 1978. – 144 с.
21. Манойлов, В. Е. Основы электробезопасности / В. Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1991. – 480 с.
22. Белов, С. В. Охрана окружающей среды / С. В. Белов. – М.: Машиностроение, 1990. – 372с.
23. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие / Л. Н. Горина. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.
24. Кудинова, Г. Э. Организация производства и менеджмент: метод. указания к выполнению курсовой работы. / Г. Э. Кудинова. – Тольятти: ТГУ, 2005. – 35 с.
25. Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.
26. Егоров, А. Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А. Г. Егоров, В. Г. Виткалов, Г. Н. Уполовникова, И. А. Живоглядова – Тольятти, 2012. – 135 с.