

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 сборки и сварки глушителя автомобиля ВАЗ - 1118»

Студент	<u>А.С. Козлова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>Г.М. Короткова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

**Допустить к защите**

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

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

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ 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 Козлова Анастасия Сергеевна

1. Тема «Технология сборки и сварки глушителя автомобиля ВАЗ - 1118»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 19.06.2018г.

3. Исходные данные для выполнения выпускной квалификационной работы: конструкция глушителя автомобиля ВАЗ-1118, условия работы. Материал глушителя. Способы сварки.

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

Введение (доказать актуальность темы и сформулировать цель работы)

Раздел 1. Анализ конструкции глушителя автомобиля ВАЗ – 1118.(Сформулировать задачи проекта).

Раздел 2.Механизация сварочных процессов.

Раздел 3.Автоматизация сварочных процессов.

Раздел 4.Определение оптимальных режимов сварки плавящимся электродом в среде CO2.

Раздел 5.Проектирование технологии автоматической сварки глушителя ВАЗ – 1118.

Раздел 6. Безопасность и экологичность технологического объекта.

Раздел 7.Экономическая эффективность проекта.

Заключение по работе (в заключении показать, что цель, поставленная в работе, достигнута)

Список используемых источников

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

1. Общий вид глушителя автомобиля ВАЗ - 1118 – 2 лист

2. Способ автоматизации сварки – 1 лист

3.Базовая технология сварки глушителя – 1 лист

4.Технология автоматической сварки глушителя – 1 лист

5. Оптимальные параметры режимов сварки – 1 лист

6. Экономическое обоснование проекта – 1 лист

6. Консультанты по разделам

Нормоконтроль: к.т.н., доцент кафедры ДиИГ секция «Инженерная графика» В.Г.Виткалов

«Экономическая эффективность»: д.э.н., профессор кафедры «Управление инновациями и маркетинг» И.В. Краснопевцева

«Безопасность и экологичность проекта» доц., к.т.н., кафедры «Управление промышленной и экологической безопасностью» А.Н. Москалюк

7. Дата выдачи задания «01» марта 2018 г.

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_

(подпись)

Г.М.Короткова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

(подпись)

А.С. Козлова

(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 Козлова Анастасия Сергеевна

по теме: «Технология сборки и сварки глушителя автомобиля ВАЗ - 1118»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. 1 глава. Назначение изделия, анализ конструкции, свойства материала изделия, базовая технология сборки и сварки. 2 листа формата А1	19.03.18– 30.03.18			
2. Сведения о механизации сварочных процессов. Механизация сборки изделия.	31.03.18 – 10.04.18			
3. Сведения о автоматизации сварочных процессов. Анализ способа автоматизации сварки кольцевых швов 1 лист А1.	11.04.18 – 26.04.18			
4. Определение оптимальных режимов сварки. 1 лист А1.	27.04.18 - 10.05.18			
5. Проектирование технологии автоматической сварки. Выбор оборудования. Описание технологического процесса автоматической сварки. 2 лист А1.	11.05.18 25.05.18			
6. Безопасность и экологичность технологического объекта	26.05.18 – 08.06.18			
7. Экономическая эффективность проекта. 1 лист А1	09.06.18 – 18.06.18			

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Г.М.Короткова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.С. Козлова

(И.О. Фамилия)

## Аннотация

на выпускную квалификационную работу Козловой Анастасии Сергеевны на тему: «Технология сборки и сварки глушителя автомобиля ВАЗ – 1118»

Выпускная квалификационная работа изложена на 75 страницах, включает 22 таблицы, 14 рисунков. В ходе ее написания был использован 21 источник литературы.

Цель выпускной квалификационной работы - автоматизировать сварку кольцевых швов глушителя автомобиля ВАЗ – 1118, а также проанализировать параметры режимов сварки для уменьшения коэффициента разбрызгивания электрода.

В первой главе «Анализ конструкции глушителя ВАЗ – 1118» проанализирована конструкция изделия, рассмотрен материал и базовый технологический процесс.

Во второй главе «Механизация сварочных процессов» рассмотрен способ механизации сборки и сварки глушителя.

В третьей главе «Автоматизация сварочных процессов» изучены теоретические аспекты способов автоматизации сварки кольцевых швов глушителя.

В четвертой главе «Определение оптимальных режимов сварки плавящимся электродом в среде CO<sub>2</sub>» опытным путем исследованы аспекты проблемы разбрызгивания электродного металла, подобраны оптимальные параметры режимов сварки для источников питания.

В пятой главе «Проектирование технологии автоматической сварки глушителя ВАЗ – 1118» выбрано оборудование для реализации

автоматической сварки кольцевых швов, подобран технологический процесс и рассмотрен метод контроля качества.

В шестой главе «Безопасность и экологичность технологического объекта» изучена технологическая характеристика объекта, исследованы риски для персонала и пожарная безопасность в ходе его выполнения, рассмотрены мероприятия по их снижению или устранению.

В седьмой главе «Экономическая эффективность проекта» рассчитан показатель экономической эффективности, ожидаемая прибыль и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений.

## Содержание.

Ведение.....	4
1. Анализ конструкции глушителя ВАЗ-1118.....	6
1.1. Описание конструкции глушителя ВАЗ-1118.....	9
1.2. Свойства материала глушителя ВАЗ – 1118.....	10
1.3. Базовая технология сборки и сварки глушителя ВАЗ- 1118.....	11
2. Механизация сварочных процессов.....	
2.1. Механизация сборки и сварки глушителя ВАЗ – 1118.....	
2.2. Эталон глушителя ВАЗ – 1118 в сборе.....	
3. Автоматизация сварочных процессов.....	
3.1. Автоматическая сварка в среде CO <sub>2</sub> .....	
3.2. Автоматизация сварки кольцевых швов глушителя ВАЗ - 1118.....	
4. Определение оптимальных режимов сварки плавящимся электродом в среде CO <sub>2</sub> .....	
4.1. Контроль параметров сварки.....	
4.2. Сварочное оборудование.....	
4.3. Результаты исследований.....	
5. Проектирование технологии автоматической сварки глушителя ВАЗ -1118.....	
5.1. Подготовка комплектующих узлов.....	
5.2. Механизация сборки глушителя ВАЗ – 1118.....	
5.3. Свойства материала применяемого для изготовления сборочного кондуктора.....	
5.4. Выбор оборудования для автоматизации процесса сварки глушителя автомобиля ВАЗ – 1118.....	
5.5. Технологический процесс автоматизированной сварки кольцевых швов глушителя.....	
5.6. Контроль качества.....	

- 6. Безопасность и экологичность технологического объекта.
  - 6.1. Технологическая характеристика объекта.....
  - 6.2. Риски для персонала в ходе реализации технологического процесса..
  - 6.3. Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков..
  - 6.4. Мероприятия обеспечивающие пожарную безопасность разработанного технологического объекта.....
  - 6.5. Заключение по разделу о безопасности и экологичности.....
- 7. Экономическая эффективность проекта.....
  - 7.1. Исходные данные для проведения экономического анализа
  - 7.2. Вычисление фонда времени работы оборудования.....
  - 7.3. Расчет времени, затрачиваемого для выполнения годовой программы и коэффициента учитывающего загрузку оборудования.....
  - 7.4. Вычисление заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии.....
  - 7.5. Калькуляция заводской себестоимости сварки в соответствии с базовым и проектным вариантом.....
  - 7.6. Определение капитальных затрат в соответствии с базовым и проектными вариантами.....
  - 7.7. Расчет показателей экономической эффективности в соответствии с проектными вариантами технологии.....
  - 7.8. Заключение по экономическому разделу.....

Заключение.

Список используемых источников.

## Введение

В настоящее время без сварки металлов не обходится ни один из производственных процессов. Чтобы добиться отличного качества соединения деталей, на производствах прибегают к автоматизации сварки. За счет множества программ выполняются необходимые свойства и характеристики сварного шва, также совершенствуется его качество, достигается полное отсутствие видимых дефектов. Обычный способ механизированной сварки зависит от тщательной подготовки изделий для работы, исправности имеющегося оборудования, опыта работы сварщика. Автоматизация сварки подразумевает полный переход всего управления к машинам, а сварщик осуществляет управление над функционированием программ всего оборудования.

При сборке глушителей обычно применяют механизированную дуговую сварку в среде CO<sub>2</sub>, что является самым доступным и малозатратным способом. Глушитель во время сварочных работ то и дело подвергается скачкам температуры и сварочного тока, появляется разбрызгивание электродного металла. Автоматизируя процесс сварки можно избежать этих проблем, поэтому нужно разработать технологию в которой будет автоматизирован участок для сварки глушителя автомобиля ВАЗ 1118. Разработав автоматизированный процесс сварки с использованием современных сварочных установок, организация сможет снизить время изготовления продукции, повысить ее качество и производительность, заменить опасный для здоровья труд рабочего путем автоматизации устройств, работающих по программам для управления сварочных работ.

При выборе оборудования для автоматизации сварки в ходе исследовательской части работы опытным путем будут подобраны оптимальные параметры режимов сварки источников питания, что позволит

снизить разбрызгивание электродного металла, который неизбежен из-за способа сварки в среде защитных газов.

Цель данной работы состоит в том, чтобы автоматизировать сварку кольцевых швов глушителя автомобиля ВАЗ – 1118, а также проанализировать параметры режимов сварки для уменьшения коэффициента разбрызгивания электрода.

## Анализ конструкции глушителя автомобиля ВАЗ -1118

Система выпуска отработанных газов (СВОГ) с каждой новой моделью автомобиля усложняется и более существенно влияет на ее характеристики. Но, принципиальной разницы в конструкции пока не существует.



Рисунок 1 - Элементы системы выпуска отработанных газов.

Традиционная СВОГ делится на четыре части:

- приемную трубу,
- катализатор,
- предварительный глушитель (резонатор),
- основной глушитель.

Приемная труба отводит газы, играя промежуточную роль между выпускным коллектором и катализатором. В зависимости от модели, на ней может быть установлен виброкомпенсатор, который принимает на себя вибрацию от двигателя и не дает ей передаваться на выхлопную систему.

Далее расположен катализатор, в котором дожигаются несгоревшие остатки бензина, а окись углерода переходит в менее вредную фазу. Этот элемент системы представляется в виде бачка, внутри которого расположены керамические или металлические элементы, выполненные в виде сот.

Проходя через такие элементы выхлопные газы преобразуются за счет химической реакции.

За катализатором последовательно расположены резонатор и основной глушитель. Эти элементы системы СВОГ имеют различную внутреннюю конструкцию и снижают шум не только за счет того что гасят его, но и за счет смягчения тактов работы двигателя. Резонатор и глушитель выполняют основную функцию по снижению уровня шума выходящих выхлопных газов.

Бачок *традиционного глушителя* представляет собой герметически закрытую (от внешней среды) металлическую камеру, объём которой насчитывает несколько литров (глушитель с большим объёмом эффективнее), внутри в шахматном порядке расположены камеры, состоящие из перегородок с отверстиями. При прохождении газов по подобному лабиринту, происходит поглощение пульсаций давления потока (возникающих от работы двигателя), затем звуковые волны рассеиваются на внутренней поверхности с преобразованием их энергии в тепловую. Сквозь отверстия в трубках проникают нагретые газы и заполняют пространство бачка, перегородки отражают их в обратном направлении, чтобы сгладить неравномерность поступления. С целью избежать лишних шумов, используется жаропрочная минеральная вата, которая сдерживает ударные волны газов, предохраняя стенки металлической конструкции.

Схема, по которой спроектирована система выпуска газов играет немаловажную роль. Например, если резонатор имеет малый объём, его будет недостаточно чтобы сгладить поток выхлопных газов. Соответственно, большая нагрузка будет направлена на основной глушитель, поэтому он должен иметь большой объём и соответствующее строение, чтобы выдержать достаточно долгий срок эксплуатации.

Конструкция *прямоточного глушителя* представляет собой прямую трубу с перфорированной поверхностью, установленную во внешний кожух. Внутри устройства находится меньше различных камер и разделителей.

Поэтому, отработанные газы проходят по прямоточному глушителю без сопротивления, но благодаря перфорированной поверхности они свободно расширяются, и проблем с выходом газов не возникает. Особенность конструкции заключается в том, что она способна использовать энергию выходящих газов для увеличения мощности автомобиля. С использованием обычного глушителя такое невозможно. Суть состоит в том, что выхлопные газы выходят из выпускного коллектора с меньшим сопротивлением, соответственно двигатель тратит чуть меньше энергии, так как ему нужно тратить меньше энергии на преодоление давления. И именно эту разницу удастся преобразовать в полезную мощность движения.

**Глушители** работают в условиях высоких температур (в некоторых автомобилях до 1300°С), при высокой вибрации, в газовой среде и интенсивном развитии электрохимической коррозии. Всё это приводит к разрушению глушителя.

С внешней стороны глушителя на металл попадает много грязи и воды, но значительное влияние на разрушение не в коррозии (от температуры вода быстро испаряется), а в тепловых ударах, которые со временем ослабляют металл.

С внутренней стороны глушителя разрушение происходит вследствие раскалённого пульсирующего потока газов, что вызывает старение и эрозию металла. Помимо этого, при режиме холостого хода и прогреве двигателя, газы в трубах охлаждаются ниже точки росы, возникает образование конденсата в глушителе соответственно— коррозии изнутри.

Короткий срок службы выпускной системы в легковых автомобилях и обуславливается наличием этих неблагоприятных факторов.

Основными функциями автомобильного глушителя является снижение шума отработанных газов и преобразование их энергии, снижение температуры и пульсации.

## 1.1 Описание конструкции глушителя

Конструкция глушителя, зачастую, отличается от аналогичной детали других изготовителей. Глушитель в разрезе напоминает нагромождение трубок с перегородками и перфорацией, но спроектировано в нем все таким образом, чтобы максимально эффективно использовать его объем.

В состав глушителя входят следующие узлы и детали:

1. *Бачок глушителя* — основной узел глушителя обеспечивающий его основные эксплуатационные свойства.
2. *Впускные и выпускные трубы* — детали обеспечивающие транспортировку выхлопных газов между агрегатами СВОГ.
3. *Фланцы* — детали обеспечивающие герметичное соединение агрегатов СВОГ.
4. *Виброкомпенсатор* — агрегаты обеспечивающие снижение вибрационных нагрузок на СВОГ.
5. *Кронштейны* — детали обеспечивающие крепление СВОГ на кузове автомобиля.

Таблица 1 - Геометрические и физико — механические характеристики:

<i>n/</i> <i>n</i>	<i>Наименован</i> <i>ие изделия</i>	<i>Длина, мм</i>	<i>Ширина,</i> <i>мм</i>	<i>Высота,</i> <i>мм</i>	<i>Масса, кг</i>
1	Глушитель	950 — 1450 мм	320 — 850 мм	150 — 250 мм	3,5 – 6,0 кг
2	Резонатор	1280 — 2350 мм	280 — 450 мм	100 - 180 мм	3,0 – 8,0 кг

## 1.2. Свойства материала глушителя.

В производстве используется прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки 08Ю ГОСТ 9045-93. Класс: Сталь конструкционная углеродистая качественная.

Лист холоднокатаный ст.08Ю - один из видов листового проката, который изготавливается особым способом - методом холодной прокатки стальной заготовки. Этот метод используют для тонколистовой стали, когда металл быстро охлаждается из-за большого отношения его поверхности к объему, при этом обеспечение высокой температуры в зоне деформации становится невозможным.

Лист холоднокатаный ст.08Ю используется для изготовления запчастей на прессах и штампах, а также для обшивки металлоконструкций и изготовления всевозможных изделий, к поверхности которых предъявляются особые требования.

Лист х/к изготавливают из углеродистых и низкоуглеродистых марок стали, которые по своим свойствам более пластичны чем конструкционные или легированные стали с большим содержанием углерода. Самая популярная сталь для изготовления листа х/к – ст.08Ю. Именно благодаря ее уникальным свойствам лист холоднокатаный не имеет ограничений по свариванию и совершенно не склонен к отпускной хрупкости.

Таблица 2- Химические свойства материала

Марка стали	Массовая доля элементов, %					
	углерода	марганца	серы	фосфора	кремния	Алюминия
	не более					кислотор астворим ого
08Ю	0,07	0,35	0,03	0,02	0,03	0,02...0,07

Таблица 3-Механические свойства материала

Предел текучести <i>Бт, кгс/мм<sup>2</sup></i>	Временное сопротивле ние, <i>Бв,</i> <i>кгс/мм<sup>2</sup></i>	Относительное удлинение $\delta$ , %, не менее			Твёрдость, не более		
					HR 15T	HR 30T	HRB
		при толщине проката			при толщине проката		
		менее 0,7 мм	От 0,7 до 1,5 мм.	св.1,5 до 2,0 мм.	св.0,5 до 0,8 мм.	св.0,8 до 1,7 мм.	св.1,7 до 2,0 мм.
21	250...380	32	34	38			

### 1.3. Базовая технология сварки глушителя ВАЗ- 1118

Одной из основных причин, по которой глушитель приходит в негодность – прогар сварочных швов. Конструкция автомобильного глушителя такова, что в местах крепления трубок и перегородок, применяется обычная сварка, которая, как известно, более подвержена влиянию температуры и влаги (особенно это касается автомобилей, работающих на бензине).

Сварка и является слабым местом любого глушителя. Появившаяся на шве небольшая трещинка, начинает увеличиваться в ходе вибрации выхлопной системы, которая неизбежна при езде. В итоге – трубки обрываются, перегородки отходят от стенок, появляется нежелательный шум.

При производстве глушителя используется механизированная сварка в среде CO<sub>2</sub>.

Для сварки глушителя используются следующие сварочные материалы.

- 1) Омеднённая легированная сварочная проволока марки св08Г2С, диаметром 0,8 мм.
- 2) Углекислый газ.

Таблица 4 - Сварные швы глушителя

№ п/ п	Обозначение по чертежу	Описание сварного шва	Назначение сварного шва	Длина шва, мм
1	ГОСТ 14771-76-Н1-УП-Δ4,0	<p>Сварной шов - кольцевой замкнутый.</p> <p>Тип сварного соединения — нахлесточное.</p> <p>Характер выполненного шва - односторонний.</p> <p>Форма подготовленных кромок — без скоса кромок.</p> <p>Способ сварки — в углекислом газе плавящимся электродом.</p> <p>Катет шва — 4,0 мм</p>	Сварка трубы впускной с бачком	141 мм
2	ГОСТ 14771-76-Н1-УП-Δ3,0	<p>Сварной шов - кольцевой замкнутый.</p> <p>Тип сварного соединения — нахлесточное.</p> <p>Характер выполненного шва - односторонний.</p> <p>Форма подготовленных кромок — без скоса кромок.</p> <p>Способ сварки — в углекислом газе плавящимся электродом.</p> <p>Катет шва — 3,0 мм</p>	Сварка трубы выпускной с бачком	141 мм
3	ГОСТ 14771-76-Н1-	<p>Сварной шов - линейный не замкнутый (по линии примыкания).</p> <p>Тип сварного соединения —</p>	Сварка кронштейнов с	4-8 шт 50 мм — 100 мм

	УП-Δ1,5 нахлесточное. Характер выполненного шва - односторонний. Форма подготовленных кромок — без скоса кромок. Способ сварки — в углекислом газе плавящимся электродом. Катет шва — 1,5 мм	трубами и бачком	
--	--	---------------------	--

Свариваемость стали: без ограничений.

Параметрами режима сварки в углекислом газе являются: диаметр используемой проволоки, величина сварочного тока, скорость подачи электродной проволоки, напряжение дуги, скорость сварки, расход углекислого газа, вылет электрода.

1. Диаметр проволоки — 0,8 мм
2. Сварочный ток — 60-150 А
3. Напряжение дуги — 18-21 В
4. Вылет электрода — 6-12 мм
5. Расход углекислого газа — 7-8 л/мин

Сварка выполняется постоянным током обратной полярности (плюс на электроде). При сварке в горизонтальном, вертикальном и потолочном положениях сварочных ток должен быть на 10—20% меньше, чем при сварке в нижнем положении.

Скорость сварки стыковых соединений принимают в зависимости от толщины свариваемого металла, а тавровых соединений — также и от катета шва.

Технология сборки и сварки глушителя 1118.

Базовый способ сварки – механизированная сварка в среде CO<sub>2</sub>.

Для сборки и сварки основного глушителя применяется следующее оборудование:

- полуавтомат ПДГ-312 (код 504. 005.010; Инв. № 122 );
- сварочный стенд (код 614. 015.010; Инв.№ 218);
- сборочное приспособление для выполнения кольцевых швов;
- щетка по металлу.

На производстве применяются следующие сварочные материалы.

1. Омеднённая легированная сварочная проволока марки СВ08Г2С, диаметром 0,8 мм.

Буквы «СВ» в самом начале означают сварочную проволоку. Цифры 08 указывают на содержание в составе проволоки сотых долей углерода. Литера Г означает марганец, а цифра после неё – количественное содержание в проволоке этого элемента - 2%. Литера С означает кремний. Если число после этой буквы отсутствует, то это следует понимать как то, что кремний содержится в проволоке описываемой марки в количестве менее 1 процента.

В составе проволоки этой марки присутствует марганец. Благодаря ему обеспечивается повышение прочностных характеристик соединения, поскольку этот элемент формирует выраженную кристаллическую решетку сварного соединения. Кремний обеспечивает улучшение механических свойств изделия. У проволоки СВ08Г2С содержание кремния и марганца является оптимальным (0,83/1,95).

2. Углекислый газ CO<sub>2</sub>.

Углекислый газ, ввиду своих свойств, не имеет запаха и цвета. Получают его из газообразных продуктов сгорания антрацита или кокса, при обжиге известняка и т.д. Поставляется углекислый газ в баллонах в сжиженном виде типа А емкостью 40 литров, в который при максимальном давлении 75 кг/см<sup>2</sup>. вмещается 25 кг углекислоты. Для сварки используют сварочную углекислоту (ГОСТ 8050-64) «Углекислый газ сжиженный») и углекислый

газ осушенный (выпускается по специальным техническим условиям). Чистота углекислоты 1-го сорта должна быть не менее 99,5% при влажности не более 0,178 г/м<sup>3</sup>. Углекислота 2-го сорта имеет чистоту 99,0% и содержит влаги 0,515 г/м<sup>3</sup>. Баллоны с газом окрашивают в черный цвет с желтой надписью «СО<sub>2</sub> сварочный».

К недостаткам сварки трубы с бачком следует отнести неплотность швов и большое разбрызгивание электродной проволоки. Неплотность швов возникает при недостаточной скорости подачи электродной проволоки для данной скорости сварки, при увеличении угла скоса кромок или зазора между ними, при протекании металла в зазор, при завышенном сварочном токе.

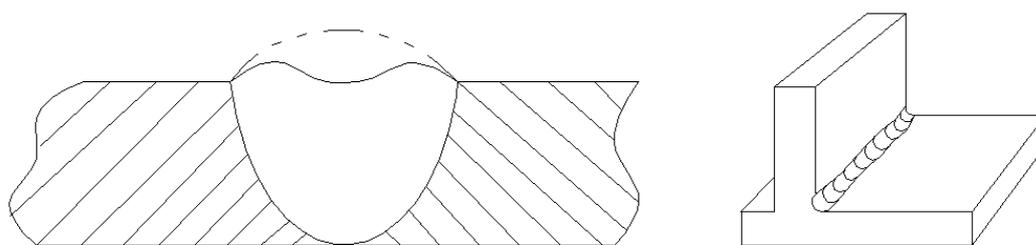


Рисунок 2 - Неплотность шва

Разбрызгивание электродного металла. Внешним признаком являются мелкие капли, которые оседают на лицевую сторону сварного шва и плотно сцепляются с поверхностью основного металла.

Дефект виден при визуальном контроле невооруженным глазом.

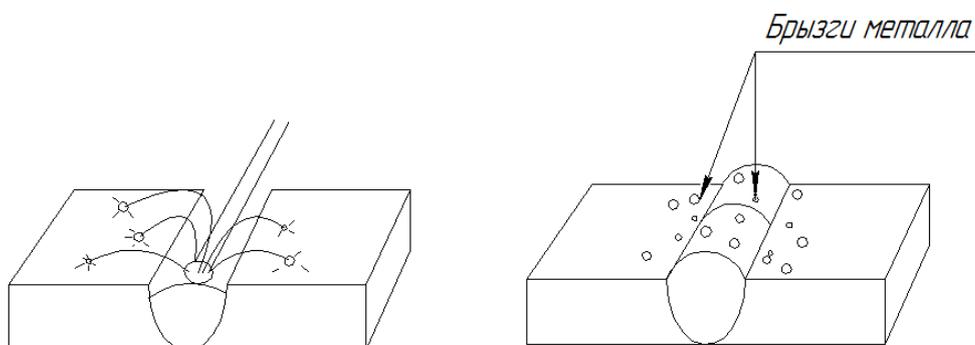


Рисунок 3 - Разбрызгивание электродного металла.

При сварке часть электродного металла разлетается и оседает на поверхности основного металла, прилегающего к шву, происходит это в момент короткого замыкания дугового промежутка под действием электродинамического удара сварочного тока.

Причиной возникновения разбрызгивания металла является завышенный сварочный ток, некачественная подготовка плавящегося электрода, отсутствие защитного покрытия, обеспечивающего легкое удаление брызг после сварки.

1118-1200010 Глушитель основной с трубами и кронштейнами в сборе.



Рисунок 4 - Основной глушитель автомобиля ВАЗ – 1118

Таблица 5- Перечень деталей основного глушителя

Наименование детали, сборочной единицы	Кодовое обозначение
Бачок глушителя основного в сборе	1118-1201010
Труба задняя (выходная) основного глушителя	1118-1203052
Труба передняя (входная) основного глушителя	1118-1203050
Кронштейн подвески основного глушителя передний	1118-1203081

Кронштейн подвески основного глушителя задний	1118-1203082
---	--------------

Порядок выполнения технологического процесса сборки и сварки глушителя основного 1118 включает следующие операции:

1. Установить в сварочном стенде (код 614. 015.010; Инв.№ 218) п/узел 1118-1201010 "Бачок глушителя основного в сборе".
2. Установить и зафиксировать в сварочном стенде деталь 1118-1203052 "Труба задняя (выходная) основного глушителя".
3. Установить и зафиксировать в сварочном стенде деталь 1118-1203050 "Труба передняя (входная) основного глушителя".
4. Произвести прихватку труб с глушителем механизированной сваркой в среде СО<sub>2</sub>. Прихватку выполнять с помощью полуавтомата ПДГ-312 (код 504. 005.010; Ина.№ 122 ). Длина сварочных прихваток = 10мм. Кол-во прихваток - по 2 шт. на каждую деталь (трубу).
5. Расфиксировать узел 1118-1200010 (после п.3), снять и уложить на сварочное приспособление для выполнения кольцевых швов.
6. Сварить узел 1118-1200010 п/автоматом в СО<sub>2</sub> ПДГ-312 (код 504. 005.010; Инв.№ 122) кольцевыми швами (L св. = 140 мм - 2 шт).
7. Узел 1118-1200010 установить в сварочном стенде (код 614. 015.010; Инв.№ 218).
8. Взять дет.1118-1203081 «Кронштейн подвески основного глушителя передний»-1шт., собрать с узлом 1118-1200010.
9. Произвести сварку кронштейна 1118-1203081 механизированной сваркой в среде СО<sub>2</sub>. Сварку выполнять с помощью полуавтомата ПДГ-312 (код 504. 005.010; Ина.№ 122 ). Длина сварочного шва =40мм.
10. Взять дет.1118-1203082 «Кронштейн подвески основного глушителя задний»-1шт., собрать с узлом 1118-1200010.

11. Произвести сварку кронштейна 1118-1203081 полуавтоматической сваркой в среде CO<sub>2</sub>. Сварку выполнять с помощью полуавтомата ПДГ-312 (код 504. 005.010; Инв.№ 122 ). Длина сварочного шва = 40мм.

12. Снять сваренный узел со сварочного стенда.

13. Зачистить сварные швы.

14. Готовую продукцию складывать в тару.

Таким образом, анализ параметров режима сварки и базовой технологии сварки и сборки глушителя показал, что существенным недостатком является разбрызгивание электродного металла и низкая производительность сборки и сварки, поэтому необходимо решить следующие задачи:

- 1) Снизить разбрызгивание электродного металла.
- 2) Увеличить производительность сборки и сварки глушителя автомобиля ВАЗ 1118.
- 3) Экономически обосновать принятие решения.

## Механизация сварочных процессов.

Под механизацией производственных процессов, а именно сварочного оборудования понимают оснащение его техническими средствами, обеспечивающими замену в нем ручного труда работой машин и механизмов. В процессе исполнения технологических операций человек участвует лишь в некоторых вспомогательных действиях и управляет средствами механизации.

Существует два типа механизации: частичная и комплексная. Частичная механизация и автоматизация охватывает некоторую часть производственного процесса, т. е. в данном случае речь идет об отдельных операциях. При комплексном решении весь производственный процесс выполняется с помощью специализированных механизмов и машин, которые устанавливаются в последовательном порядке для выполнения операций в соответствии с технологическим процессом и маршрутом. В сварочных производствах механизация достигается за счет применения специальных сварочных установок, различных приспособлений, на которых механизированными способами осуществляются работы по заготовке, сборке, сварке и транспортировке сварных изделий.

В сварочном производстве при решении вопросов механизации в первую очередь уделяется внимание сборочно-сварочным работам, которые во многом определяют качество изготавливаемых изделий.

В процессе механизации сборочных работ сборка под сварку включает в себя некоторые технологические операции, которые обеспечивают соблюдение установленных требований к комплектующим, подлежащих сварке, необходимого расположения в соответствии с заданным чертежом и закреплением их специальными прихватками или приспособлениями. В зависимости от типа производства, особенностей конструкции и технических условий сборку можно выполнять различными способами: по разметке, по

шаблонам или первому изделию, по сборочным отверстиям и в приспособлениях. Применяя в работе специальные сборочные приспособления можно достигнуть решения вопросов механизации сборочных работ. Приспособления создаются комбинацией по заданной схеме отдельных элементов (базирующих, прижимов, распорных устройств и др.) с их приводами и элементами управления на общем основании, работающих в соответствии со схемой собираемости изделий. В зависимости от конфигурации и назначения собираемого изделия сборочные приспособления можно разделить на группы:

- 1) сборочные стенды — приспособления чаще всего с одной горизонтальной базовой поверхностью, предназначенной для сборки крупногабаритных изделий. Такое приспособление имеет неподвижное основание с размещенными на нем прижимными и установочными элементами. Обслуживание приспособления производится за счет специальных передвижных или переносных устройств (порталами, катучими балками, перемещающимися площадками и т. п.).
- 2) сборочные стапели используются в тех случаях, когда применяются крупногабаритные изделия со сложной объемной конструкцией с расположением деталей в различных пространственных положениях. Базирующие и прижимные элементы крепятся в различных плоскостях, а основания имеют сложную конфигурацию, по форме и размерам соответствующую изделию.
- 3) сборочные кондукторы — приспособления в форме стенда или стапеля, состоящие из жесткого основания плоской или пространственной формы с размещенными на нем установочными и прижимными устройствами, обеспечивающими заданное расположение деталей изделия. При использовании таких приспособлений точность сборочных размеров в изделии обеспечивается за счет точности самого приспособления. Сборочные кондукторы имеют повышенную точность и жесткость и чаще всего их используют для изготовления некрупных изделий.

4) переносные универсальные сборочные приспособления — стяжки, струбцины, распорные устройства и др.. Применяются для сборки разнообразных по форме изделий. В основном их используют в единичных, мелкосерийных производствах, а также на монтаже или строительстве.

Для механизации приспособлений их элементы (прижимы, распоры и т. п.) оснащают специальными быстродействующими приводами (гидравлическими, пневматическими, электрическими). Приведение в действие осуществляется автоматическими устройствами или по командам человека.

Оборудование для механизации сварочных работ можно разделить на две группы:

- 1) оборудование для закрепления и перемещения свариваемых изделий. Данное приспособление служит в основном для закрепления и размещения изготавливаемых изделий в наиболее удобных положениях для выполнения сварки.
- 2) оборудование для установки и перемещения сварочных аппаратов относительно изделия и передвижения сварщиков. Основными разновидностями такого оснащения являются манипуляторы, вращатели, позиционеры, кантователи, поворотные столы, роликовые стенды и др.

## 2.1 Механизация сборки и сварки глушителя ВАЗ - 1118

Для механизации сборки и сварки основных глушителей применяются специальный сборочный кондуктор. Он изготавливается в соответствии со всеми технологическими требованиями и геометрическими параметрами изделия. Основой сварочного кондуктора является жёсткий каркас, оснащенный фиксаторами, упорами и прижимами. До начала сварки комплектующие глушителя укладывают в сборочный кондуктор, располагая их по упорам и фиксаторам, далее, с помощью ручных или механических

прижимов стягивающего и распорного действия, закрепляют детали, затем в каждой зоне кольцевого шва для фиксации комплектующих производится сварочные прихватки (длиной около 10 мм). Ручные прижимы хоть и отличаются простотой в использовании, но требуют непосредственного участия человека в процессе сборки. К механическим прижимам относятся пневматические, гидравлические, вакуумные и электромагнитные устройства. Элементы сборочного кондуктора позволяют существенно сократить время сборки изделия на сборочно - монтажном сварочном столе, особенно при необходимости зажима или фиксации детали одновременно в нескольких местах. Материал, из которого изготавливается кондуктор должен иметь прочностные характеристики выше, чем основной металл изготавливаемой продукции.

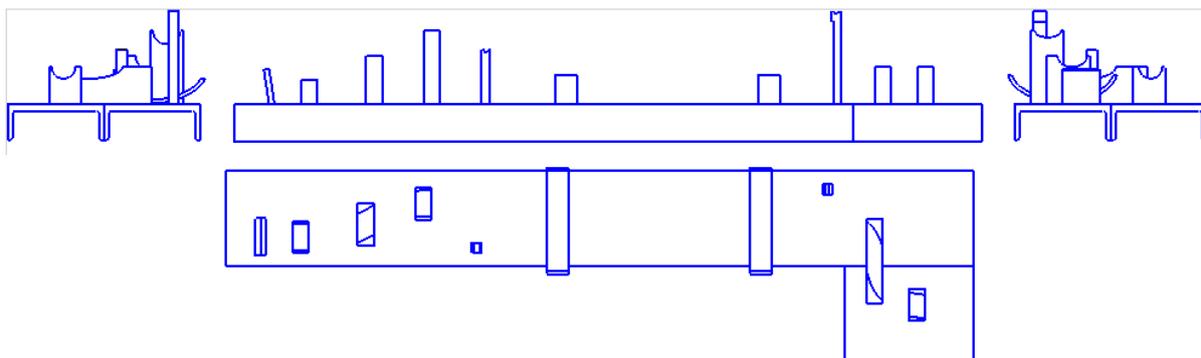


Рисунок 5 – Эскиз сборочного кондуктора без глушителя

Хранение кондукторов должно производиться в закрытом помещении в сухом проветриваемом специально отведённом месте в соответствии с цеховой планировкой.

Условия хранения должны обеспечивать беспрепятственный осмотр кондукторов и погрузку (выгрузку) любой единицы.

Бригадир должен ежедневно производить осмотр места хранения кондукторов. В случае обнаружения факторов, влияющих на обеспечение сохранности качества, незамедлительно принять все необходимые меры для предотвращения подобных негативных воздействий:

Таблица 6 - Меры предотвращения опасных факторов.

№ п/ п	Опасные факторы	Принимаемые меры
1	Наличие влаги в местах складирования (лужи, протечки крыши, повышенная влажность)	Транспортировка кондукторов в сухое проветриваемое место. Устранение причин повышенной влажности.
2	Возможность падения, опрокидывания.	Переукладка кондукторов.

При производстве работ по транспортировке, хранению и использованию в производстве кондукторов, следует выполнять следующие правила и требования:

- 1) проведение 100% контроля качества кондуктора на каждом рабочем месте, перед началом проведения работ, с использованием эталонного образца внешнего вида. В случае обнаружения дефектов на кондукторе, необходимо изъять данный кондуктор из технологического процесса и отправить его на ремонтный участок для проведения восстановительных работ.
- 2) бережное обращение с кондукторами при проведении технологических операций. Для исключения случаев их повреждений при случайных ударах и падениях, рабочее место должно быть очищено от мусора и посторонних предметов.
- 3) аккуратная укладка (установка) кондуктора при хранении. Не допускается укладка (установка) кондукторов в неустойчивое положение, не исключающее возможность их падений и опрокидываний.
- 4) проведение 100% послеоперационного контроля кондуктора на каждом рабочем месте, с использованием эталонного образца внешнего вида. В случае обнаружения дефектов на кондукторе, необходимо изъять данный кондуктор из технологического процесса и отправить его на ремонтный участок для проведения восстановительных работ.

5) аккуратная укладка (установка) кондукторов в кузове автомобиля при автотранспортных перевозках. Способ укладки (установки) кондукторов в кузове автомобиля должен обеспечивать их устойчивость и надёжную фиксацию в кузове. Бригадир должен произвести фотосъёмку кондукторов по приезду их на производственную площадку. В случае обнаружения дефектов после транспортировки кондукторов автотранспортом, необходимо дефектный кондуктор и фотоснимки события отправить на ремонтный участок для проведения восстановительных работ.

## 2.2 Эталон глушителя.

Эталоны внешнего вида должны храниться в специально отведённом месте. При производстве работ по транспортировке, хранению и использованию в производстве эталонов, следует выполнять следующие правила и требования:

- 1) бережное обращение с эталонами при проведении технологических операций. Для исключения случаев их повреждений при случайных ударах и падениях, рабочее место должно быть очищено от мусора и посторонних предметов.
- 2) аккуратная укладка эталонов при их хранении. Не допускается укладка эталонов в неустойчивое положение, не исключающее возможность их падений и опрокидываний.
- 3) аккуратная укладка эталона в кондуктор и его надёжная фиксация в кондукторе, при автотранспортных перевозках.

Все кондукторы один раз в квартал должны проходить поверку с помощью контрольных эталонов внешнего вида, хранящихся на производственной базе. В случае обнаружения дефектов на кондукторе, поступившим на поверку, составляется акт расследования причин появления дефекта, с расчётом стоимости проведения ремонтных работ. Решение о взыскании затрат предприятия на ремонт дефектного кондуктора принимается начальником производства по результатам расследования причин появления дефекта.

Все эталоны внешнего вида один раз в квартал должны проходить поверку на производственной базе. В случае обнаружения дефектов на эталоне, поступившим на поверку, составляется акт расследования причин появления дефекта. Дефектный эталон бракуется и вместо него изготавливается новый. Решение о взыскании затрат предприятия на замену дефектного эталона принимается начальником производства по результатам расследования причин появления дефекта.

Контроль за выполнением данных правил возлагается на руководителей производственных подразделений, производственных мастеров, бригадиров.

## Автоматизация сварочных процессов.

Автоматизацией называется высшая степень механизации процессов, когда человек освобождается от выполнения вручную технологических операций. Автоматизация процесса сварки подразумевает переход сварочного оборудования на автоматический режим работы, а также использование в производстве технических устройств, действующих без участия рабочего персонала. Рассмотрим пример частичной автоматизации в сварке, где происходит процесс дуговой сварки с использованием сварочных аппаратов с управляемой и постоянной скоростью подачи проволоки.

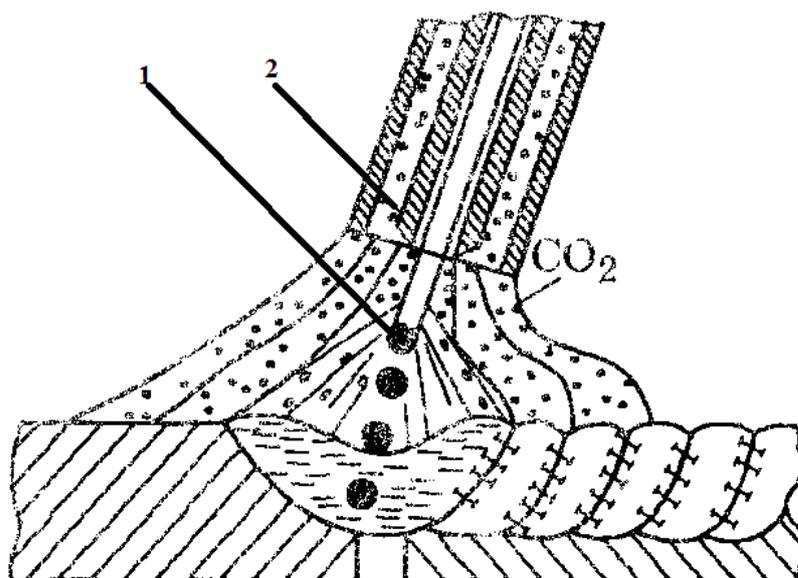
Для повышения устойчивости горения дуги, увеличения глубины провара, повышения производительности процесса и уменьшения разбрызгивания целесообразнее вести сварку при высоких плотностях тока на электроде, т. е. применять при одном и том же токе более тонкую проволоку. При данной плотности тока в зависимости от напряжения определяют длину дуги. Повышение или снижение напряжения приводит к чрезмерному удлинению или укорочению дуги, что нарушает процесс сварки: разбрызгивается металл, обрывается дуга, появляется пористость, непровары и другие дефекты, сварное соединение имеет низкое качество.

Основное значение при сварке тонкого металла, как у глушителя (менее 2 мм), имеет величина напряжения.

Подбирается особая скорость подачи проволоки, чтобы при заданном токе и напряжении сохранялась устойчивость дуги. Расход  $CO_2$  должен быть таким, чтобы обеспечивалась надежная защита сварочной ванны от окружающего воздуха. Подачу газа включают перед началом сварки и по расходомеру регулируют его расход, продувая одновременно шланги и держатель от остатков воздуха. Вылет электрода в начале сварки устанавливается равным 25—30 мм. Во время сварки перемещение электрода должно быть равномерным. В процессе сварки тонкого металла электрод перемещают только

поступательно вдоль шва. Сварщик может вести электрод при сварке слева направо («углом назад») или справа налево («углом вперед»), или «на себя» при перпендикулярном расположении электрода по отношению к плоскости шва; возможен также наклон электрода вперед или назад в пределах 5—20°.

### 3.1 Автоматическая сварка в среде CO<sub>2</sub>.



1 – расплавленный электродный металл, 2 – подача защитного углекислого газа.

Рисунок 5 - Схема сварки в среде CO<sub>2</sub>.

Сущность способа сварки в защитных газах заключается в том, что дуга горит в струе защитного газа, оттесняющего воздух из зоны сварки и защищающего расплавленный металл от вредного воздействия газов, содержащихся в атмосфере.

Основными преимуществами сварки в среде CO<sub>2</sub> являются: надежная защита расплавленного металла от окружающего воздуха; отсутствие обмазок и флюсов при сварке, усложняющих и удорожающих этот процесс; высокая производительность; простота процесса и возможность его механизации при сварке в различных пространственных положениях с

помощью простых приспособлений; возможность сварки цветных металлов, сплавов и разнородных металлов; высокие механические свойства соединения и хороший внешний вид сварного шва; возможность качественной сварки труб без внутренних подкладных колец или ручной подварки.

Сваривать в углекислом газе можно плавящимся или неплавящимся электродом. При сварке плавящимся электродом электрическая дуга горит между изделием и электродной проволокой, подаваемой в зону сварки. Дуга расплавляет основной металл и электродную проволоку. При сварке неплавящимся электродом электрическая дуга горит между неплавящимся угольным или вольфрамовым электродом и изделием. Передвигаясь вдоль кромок соединения, дуга оплавляет их. Для сварки неплавящимся электродом используют вольфрамовые стержни диаметром от 0,8 до 10 мм. Диаметр прутка выбирают с учетом требуемой величины сварочного тока.

### 3.2 Автоматизация процесса сварки кольцевых швов глушителя автомобиля ВАЗ – 1118.

Для автоматизации процесса сварки глушителя автомобиля ВАЗ – 1118 используется сварочный вращатель ТОМ-16С. Основными преимуществами в использовании сварочного вращателя является: оптимальность оборудования к поставленной задаче, быстрая окупаемость себестоимости устройства, надежность в эксплуатации оборудования.



Рисунок 6 – Сварочный вращатель ТОМ - 16С.

Сварочный вращатель ТОМ - 16С. Предназначен для автоматической сварки одновременно двух кольцевых швов. Устройство полностью исключает влияние человеческого фактора, так как позволяет настроить панель управления и стабильно поддерживать сварочный режим. Работа на сварочном вращателе в значительной степени ускоряет время проведение сварочной операции. При этом, в отличие от ручной сварки качество продукции и механические свойства сварного шва выше, на 50-70%.

Таблица 7 - Технические характеристики сварочного вращателя

№	Технические характеристики*:		
1	Диапазон изменения скорости вращения	об/мин.	0,2 – 10,0
2	Диаметр узла max	мм	600,0
3	Диаметр узла min	мм	20,0
4	Длина изделия max	мм	2500,0

5	Длина изделия min	мм	300,0
6	Грузоподъёмность max	кг	150,0
7	Напряжение питающей сети	В	220
№	Опциональный набор:		
1	Включение/отключение вращения	Автоматическое	
2	Включение/отключение процесса сварки	Автоматическое	
3	Подвод горелки	Ручная	
4	Регулировка скорости вращения	Плавная	
5	Поджимная задняя "бабка"	Ручная	
6	Продольное перемещение горелки	Ручная	

Дополнительная комплектация:

- аппарат для полуавтоматической сварки
- аппарат для аргонодуговой сварки.

Каркасом стандартного устройства служит сварная металлическая рама с конструкционным алюминиевым профилем и закалёнными станочными направляющими рельсами, что позволяет выполнить сборку и сварку установок с грузоподъёмностью до 350 кг. Конструкция обеспечивает соосность центров шпиндельного узла и поджимной задней бабки, легкость

и плавность перемещения кареток со штативом-держателем для сварочных горелок.

Шпиндельный узел с редукторной сборкой закладывается с запасом прочности, что существенно необходимо при промышленном использовании оборудования. Чаще всего для крепления детали используется 3-х кулачковый патрон, что позволяет также устанавливать оправки и значительно ускоряет съём и установку сварной конструкции. Поставляется установка со сквозными отверстиями в шпиндельном узле, для подачи защитного газа вовнутрь изделия.

Поджимная задняя бабка выполняется в двух вариантах. В совокупности с ручным поджимом применяется маховик, позволяющий быстро и легко поджать сборку, а пневматический поджим позволяет освободить руки оператора от исполнения данной операции. Для крепления детали возможна установка 3-х кулачкового патрона, но чаще центра вращения вполне достаточно.

Каретки со штативом-держателем для сварочных горелок ставится на каретках с роликовыми составляющими, что обеспечивает плавность перемещения в рабочей зоне установки. Для выставления сварочных горелок штатив-держатель имеет пять степеней свободы. Часто требуется комплектовать каретки системой пневматического отвода сварочной горелки из зоны сварки и системой колебания горелок.

#### 4. Определение оптимальных режимов сварки плавящимся электродом в среде CO<sub>2</sub>.

Сварка плавящимся электродом в защитной среде CO<sub>2</sub> электродной проволокой сплошного сечения в большинстве случаев сопровождается разбрызгиванием электродного металла, так как шов формируется в режиме горения дуги (нагрузка) и короткого замыкания (КЗ) (рис.1). В связи с особенностями формирования шва количество параметров режима возрастает по сравнению с другими способами сварки.

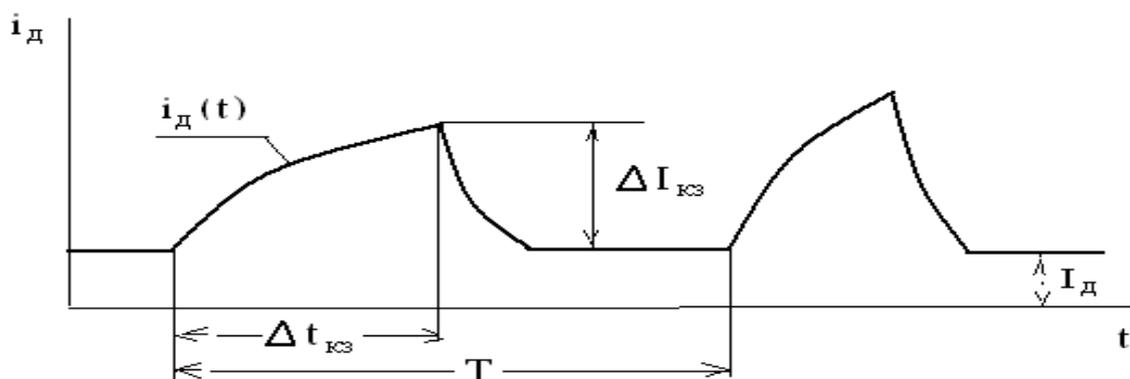


Рисунок 7 – Зависимость  $i = f(t)$

К параметрам режима сварки плавящимся электродом сплошного сечения кроме привычных параметров -  $U_d$ ,  $V_{пр}$ ,  $V_{св}$ ,  $I_d$ ,  $Q_{газ}$ ,  $d_э$ ,  $I_{выл}$  добавляются такие параметры, как  $\partial U / \partial I$ ,  $dI_{кз} / dt$  ( $\Delta I_{кз} / \Delta t_{кз}$ ),  $f_{кз}$ .

Задача технологических исследований при сварке плавящимся электродом сплошного сечения кольцевых швов глушителя - это определить оптимальные параметры режима сварки и оборудования, позволяющие получить минимальное разбрызгивание электродной проволоки.

Конструкцией глушителя автомобиля ВАЗ-1118 определен материал глушителя, конфигурация неразъемного соединения. Применяемый способ сварки - это сварка плавящимся электродом проволокой  $d_э = 0,8$  мм в защитной среде газа.

Из опыта работы плавящимся электродом, известно, что газовая смесь углекислого газа CO<sub>2</sub> и аргона Ar в соотношении 75% CO<sub>2</sub> + 25% Ar дает

снижение разбрызгивания электродной проволоки на (2-3)% [1]. Это соотношение будем рекомендовать для сварки кольцевых швов глушителя.

В работе [1] приведены обобщенные условия получения минимального коэффициента разбрызгивания  $K_p$  для диаметра проволок от 0,8 до 1,2 мм.

Таблица 9- Условия получения минимального коэффициента разбрызгивания

$d_{пр.},$ мм	$di/dt,*$ кА/с	$f,$ Гц	$dU/dI,*$ В/А	$K_y*$	$L,$ Гн	$K_p,$ * %	Характер переноса капли
0,8-1,2	70-180	50-100	$\approx 0$	$> 0$	$\approx 0$	min	струйный

\* $di/dt$  – скорость нарастания тока короткого замыкания, кА/С.

$dU/dI$  – наклон внешней вольт-амперной характеристики источника питания сварочной дуги  $U_{и} = f(I_{и}),$  В/А.

$K_y$  – коэффициент устойчивости системы «источник питания – дуга»

$$\partial U_{д} / \partial I - \partial U_{и} / \partial I = K_y$$

$$K_p = G_{брызг} / G_{электрод} \cdot 100 \%,$$

где  $G_{брызг}$  - вес брызг на заданную длину свариваемого образца,

$G_{электрод}$  - вес электродной проволоки.

В результате исследований предполагается определить область оптимальных режимов сварки с минимальным разбрызгиванием электродной проволоки для заданного диаметра за счет взаимодействия таких параметров, как  $\partial U / \partial I, dI_{кз} / dt, U_{д}, f_{кз}, V_{пр}, V_{св}.$

#### 4.1 Контроль параметров сварки

Для контроля параметров сварки  $I, U, Q_{защ}, V_{св}, V_{пр}$  используются следующие приборы и регистраторы:

-амперметры, вольтметры цифровые, класс точности 1,5;

-осциллограф типа С-55, класс точности 2,5;

-регистратор EN 6010-1 ВeeTech 820, класс точности 2,5;

-ротаметры EN FLOW 1.3-30 «Linde», класс точности 1,5;

-регистратор

-датчик тока;

-датчик напряжения

-программы.

Измерение контрольных параметров проводится с применением измерительных приборов по общеизвестной методике.

#### 4.2 Сварочное оборудование

В качестве источника энергии использован источник питания постоянного тока Форсаж 302, техническая характеристика которого приведена в табл.2.7.

Таблица 10 - Техническая характеристика источника питания Форсаж 302

Наименование параметра	Величина и единица измерения параметра
Напряжение сети	380 (+38.... - 55)В
Частота сети	50 Гц
Напряжение холостого хода	80 (+20...-10)В
Номинальный сварочный ток при ПВ = 60%	315(+10)А
Диапазон регулирования тока на 1-й ступени	30 - 315 А
Ток к.з. при $I_{д\ max}$	355±10 А
Максимальная мощность потребления из сети	<16 кВА
Габаритные размеры	425 x 185 x 355 мм
Масса	16 кг

Инвертор Форсаж 302 выпускается в комплекте механизмом подачи присадочной проволоки Форсаж МП5. Техническая характеристика механизма подачи присадочной проволоки Форсаж МП5 приведена в табл.3.

Таблица 11 - Техническая характеристика механизма подачи присадочной проволоки Форсаж МП5

Наименование параметра	Величина и единица измерения параметра
Напряжение сети	220 В (+10% .....- 7%)U <sub>c</sub>
Частота сети	50 Гц
Ток к.з. при I <sub>д max</sub>	355±10 А
Скорость подачи проволоки (плавное регулирование)	60 - 950м/ч
Диаметр проволоки	0,8-1,6 мм
Число роликов	4
Мощность потребления	< 0,2 кВА
Давление на манометре	250 ± 50 кПа
Габаритные размеры	466 x 180 x 260 мм
Масса	12,5 кг

В комплекте с механизмом подачи присадочной проволоки используется горелка Mig ERGOPLUS 36, техническая характеристика которой приведена в таблице 4.

Таблица 12 - Техническая характеристика горелки Mig ERGOPLUS 36

Наименование параметра	Величина и единица измерения параметра
Напряжение холостого хода Форсаж 302	80 (+20...-10)В
Ток к.з. при I <sub>д max</sub>	355±10 А
Диаметр сопла	16 мм
Диаметр электродной проволоки	0,8; 1,0; 1,2; 1,4 мм
Расход защитного газа	до 20 л/мин
Диаметр цанг	0,8; 1,0; 1,2; 1,4 мм

Охлаждение	воздушное
Габаритные размеры держателя пистолетного типа	D = 20 мм, Н = 330 мм
Длина гибкого шланга	3м
Масса	440 г

### 4.3 Результаты исследований

Для сборки и сварки образцов используется сборочно-сварочный стенд. Прижатие пластин с усилием до 45кг производится с помощью прижимных уголков.

Технологические исследования источника питания Форсаж 302 и механизма подачи электродной проволоки Форсаж МП5 проведены при сварке плавящимся электродом в защитной среде CO<sub>2</sub>.

При проведении исследований изменялись следующие параметры на источнике питания Форсаж 302:

- наклон внешней вах источника питания  $\partial U / \partial I$  от 0,01 до 0,04 В/А;
- скорость нарастания тока кз  $di/dt$  от 60 до 160 кА/с;
- напряжение источника питания U от 17 до 30 В;

на механизме подачи электродной проволоки Форсаж МП5:

- скорость подачи электродной проволоки  $V_{пр}$  от 15,6 до 949,8 м/ч;
- диаметр электродной проволоки  $d = 0,8$ мм;

на сборочно-сварочном стенде:

- скорость сварки  $V_{св}$  от 10 до 60 м/ч;
- усилие прижатия до 45 кг.

При наплавке в защитной среде CO<sub>2</sub> электродной проволокой марки AWS ER705-6  $d = 0,8$  мм от источника питания с наклоном внешней вольт-амперной характеристики (вах)  $\partial U / \partial I = 0,01$  В/А выявлено плохое формирование наплавки (швы неполномерные по ширине и высоте) и чрезвычайно большое разбрызгивание электродной проволоки,  $V_{пр} = 168-252$  м/ч (рис.2).



Рисунок 8 - Внешний вид образцов № 8-14 при  $\partial U/\partial I = 0,025$  В/А

При наплавке электродной проволокой марки AWS ER705-6  $d = 0,8$  мм в защитной среде  $CO_2$  от источника питания с наклоном внешней вах  $\partial U/\partial I = 0,01$  В/А и  $di/dt = (60 - 110)$  кА/с выявлено качественное формирование наплавки (швы полномерные по ширине и высоте)  $V_{пр} = 348-456$  м/ч (рис.2).

При этом следует отметить, что формирование наплавки происходит с минимальным разбрызгиванием электродной проволоки.



Рисунок 9 - Внешний вид образцов №1-5 при  $\partial U/\partial I = 0,01$  В/А

Результаты исследований приведены в таблице, в которой следует

отметить образцы под №№ 2-5. На рис.3 приведены хорошо сформированные наплавки, которые получены при  $U = 18 - 20 \text{ В}$ ,  $V_{\text{пр}} = 348-456 \text{ м/ч}$ ,  $V_{\text{св}} = 20 \text{ м/ч}$ .

Уменьшение скорости подачи электродной проволоки до 168 м/ч



Рисунок 10- Внешний вид образца № 31 при  $\partial U / \partial I = 0,01 \text{ В/А}$

позволяет также качественно формировать шов при параметрах при  $U = 18 \text{ В}$ ,  $V_{\text{пр}} = 168 \text{ м/ч}$ ,  $V_{\text{св}} = 20 \text{ м/ч}$  с малым разбрызгиванием.

Повышение напряжения на дуге до 19-20В и увеличение скорости подачи электродной проволоки до 456 м/ч позволяет также качественно формировать шов при параметрах при  $U = 19 \text{ В}$ ,  $V_{\text{пр}} = 348 \text{ м/ч}$ ,  $V_{\text{св}} = 20 \text{ м/ч}$ , но с разбрызгиванием. На рис. 5 приведен образец № 34, на котором видно, что шов полномерный по ширине и высоте наплавки, хорошо сформированный.



Рисунок 11 - Внешний вид образца № 34 при  $\partial U / \partial I = 0,01 \text{ В/А}$

Таким образом, при наплавке электродной проволокой марки AWS ER705-6  $d = 0,8$  мм в защитной среде  $CO_2$  можно рекомендовать использовать наклоном внешней вах источника питания  $\partial U / \partial I = 0,01$  В/А, скорость нарастания тока к.з.  $di/dt$  от 60 до 110 кА/с, скорость подачи электродной проволоки  $V_{пр} = 252 - 456$  м/ч, напряжение на дуге  $U = 18 - 20$  В (рис.6,7).



Рис.12 - Внешний вид образцов № 53 - 56 при  $\partial U / \partial I = 0,01$  В

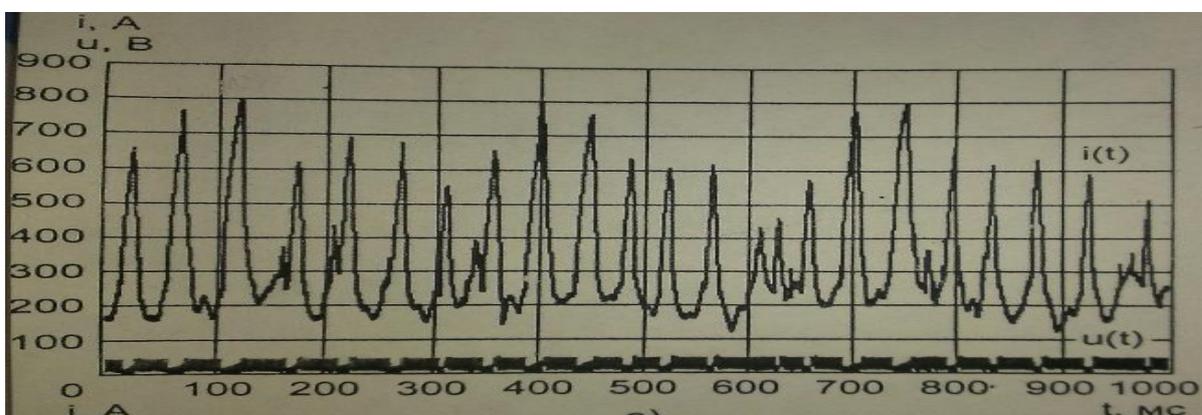


Рисунок 13- Зависимость  $i = f(t)$

В инверторе 502 дополнительно предусмотрена возможность включения высокочастотного дросселя L2 в сварочную цепь, который при механизированной сварке существенно снижает разбрызгивание металла. При этом расширяется диапазон изменения  $di/dt$ , при которых получены

отличные показатели сварочных свойств независимо от диаметра электродной проволоки.

Изучение влияние наклона внешней ВАХ инвертора на показатели сварочных свойств позволяет определить область значений технологических параметров режима сварки, которые можно рекомендовать в качестве оптимальных ( табл.5).

Таблица 13 - Параметры, обеспечивающие отличные показатели сварочных свойств

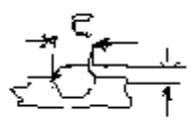
D <sub>пр</sub> , мм	U <sub>д</sub> ,В	V <sub>пр</sub> , м/ч	$\partial U / \partial I$ , В/А	di/dt , кА/с	Показатели св. свойств*		
					1	2	3
0,8	18-20	252- 456	0,01	60-110	5	5	5

\* дифференцированная оценка технологических свойств

В результате технологических испытаний определены ориентировочные параметры режима сварки с минимальным разбрызгиванием электродной проволоки диаметром 0,8мм для кольцевых швов глушителя. Результаты технологических исследований сведены в таблицу 6. В результате исследований определены и требования к источнику питания.

Таблица 14 - Результаты технологических исследований по определению оптимальной области при сварке плавящимся

электродом в среде CO<sub>2</sub> (d<sub>пр</sub> = 0,8мм)

№ п/п	Условия эксперимента	I, А	U, В	V <sub>св</sub> , м/ч	V <sub>пр</sub> , м/ч	e, мм	h, мм	Примечание
1	$\partial U / \partial I = 0,01 В / А$ <b>d<sub>пр</sub> = 0.8мм</b> Q=9л/мин, S=3мм l <sub>вылет</sub> =10-12мм $\alpha = 15^\circ$ $\partial U / \partial I = 0,01 В / А$ dI/dt =110 кА/с новая пластина Образцы: 400x120x4мм	30	17	20	168	3,8	1,6	dI/dt =110 кА/с, брызги, но
		30	18	20	168	3	1,5	dI/dt =110 кА/с. Брызги ,бр
		30	18	10	168	2,2	2,5	dI/dt =110 кА/с. Хор форми
		50	18	20	252	3,3	2,1	dI/dt =110 кА/с. Стаб невы
		50	17	20	252	3	0,9-2,4	dI/dt =110 кА/с, неполном
		<b>50</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>252</b>	<b>5,5</b>	<b>3</b>	<b>dI/dt =110 кА/с.Хор.форм</b>
		75	17	20	348	3,5	2-2,2	dI/dt =110 кА/с неполном
		<b>75-80</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>348</b>	<b>4,2</b>	<b>2,3</b>	<b>dI/dt =110 кА/с, хороший</b>
		<b>80-85</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>348</b>	<b>4,2</b>	<b>2</b>	<b>dI/dt =110 кА/с, хор. для 2</b>
2	$\partial U / \partial I = 0,01 В / А$  5кГц	<b>95</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>456</b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>	<b>dI/dt =110 кА/с. Хор. очен</b>
		<b>83-90</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>456</b>	<b>4,2</b>	<b>3</b>	<b>dI/dt =160 кА/с, хорошо, б</b>
		<b>98-101</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>456</b>	<b>5,5</b>	<b>3</b>	<b>dI/dt =60 кА/с. Хорошо,бр</b>
		<b>35-36</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>168</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>dI/dt =110 кА/с, шов хор.,</b> <b>мало, I<sub>баз</sub> =5А</b>

Проектирование технологии автоматической сварки глушителя автомобиля ВАЗ – 1118.

В настоящее время большинство сварочных производств занимается модернизацией и переоборудованием своих цехов, а также улучшением технологического оснащения. Производится замена аппаратов ручной дуговой сварки на аппараты, с возможностью автоматической сварки. Переоснащение оборудования позволяет повысить не только производительность, но и качество продукции.

Автоматическая сварка предполагает освобождение человека от ручного выполнения любых действий в технологическом процессе и непосредственного его управления автоматическими средствами оснащения. В таком случае с помощью обслуживающего персонала выполняются функции наладки и наблюдения за правильностью работы технических средств оснащения.

Процессы автоматизации и механизации существенно различаются по своему содержанию, но в то же время имеют тесную взаимосвязь и назначение в целом. Автоматизировать возможно только высокомеханизированный процесс. Поэтому автоматизация и рассматривается как высшая степень механизации.

В выпускной квалификационной работе предлагается изменение механизированной сварки плавящимся электродом в среде CO<sub>2</sub> на сварку того же типа, но в специальном сварочном вращателе. Процесс в таком устройстве более автоматизирован, соответственно производительность выше.

## 5.1 Подготовка комплектующих узлов глушителя ВАЗ – 1118.

На данном этапе происходит подготовка комплектующих узлов. Особенно тщательную очистку необходимо выполнить в околошовной зоне, так как при наличии на детали любых инородных загрязнений, попавших в сварочную ванну, качественного сварного соединения произвести не получится. Поэтому кромки передней впускной трубы, выпускной задней трубы, а также бачка глушителя в сборе перед сваркой тщательно очищают от ржавчины, грязи, масла и шлаков, а также, при необходимости, стачивают под углом шлифовальной машинкой или напильником. Детали располагают таким образом, чтобы место сварного шва было наиболее доступно для электрода. Свариваемые узлы конструкции плотно сжимают между собой и совмещают доступным механическим способом. Чтобы придать конструкции правильное геометрическое положение комплектующие устанавливают на специальном сборочном кондукторе собственного производства.

## 5.2 Механизация сборки глушителя ВАЗ – 1118.

В процессе сборки глушителя на специальном сборочном кондукторе необходимо произвести сварочные прихватки для фиксирования труб с бачком. Сварочные прихватки должны также выполняться плавящимся электродом в среде углекислого газа. Целесообразно накладывать прихватки с противоположной основному шву стороны, тогда они в процессе обработки корня шва будут удалены.

Кондуктор представляет собой жёсткое основание изготовленное из швеллеров №12.

На швеллере установлены:

1. Два ложементы для бачка в виде изогнутых полос металла.  
Два ложементы для крючков - кронштейнов для подвески глушителя на автомобиле.
2. Два ложементы для задней трубы.
3. Три ложементы для передней трубы.

#### 4. Упор для передней трубы.

Примечание:

Упором для бачка служит один из ложементов для крючка. В нашем случае для заднего крючка. Упора для задней трубы - нет. Задняя труба устанавливается заподлицо со срезом ложемента для задней трубы.

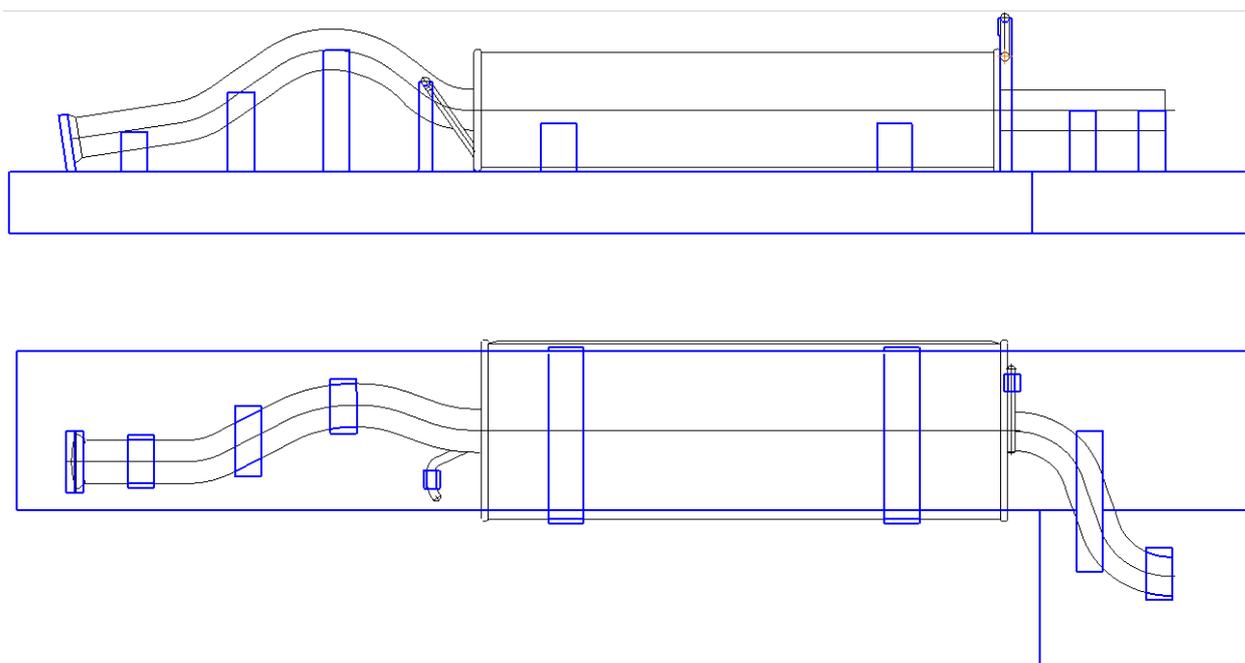


Рисунок 14 – Эскиз сборочного кондуктора с глушителем

5.3. Свойства материала применяемого для изготовления сборочного кондуктора.

Швеллер №12 изготавливается из углеродистой стали Ст3 с применением технологии горячего качения. Отличительной особенностью такого изделия является то, что при одинаковой площади поперечного сечения, по сравнению с круглым, квадратным и прямоугольным профилем, П-образный швеллер не только выдерживает большую нагрузку на изгиб в несколько раз, но и обладает высокой прочностью, впечатляющей для такого веса. По этой причине из швеллеров обычно делают относительно легкие и прочные металлоконструкции, с успехом применяемые в машиностроении,

строительстве и других областях. ГОСТ 8240-97 является основным нормативным документом для швеллеров. В нем указаны некоторые физические характеристики изделий.

Вес одного погонного метра П-образного профиля указан в ГОСТе и составляет 10,4 килограмма (для швеллера с параллельными гранями полок). Таким образом, вес изделия с максимальной длиной 12 метров составляет 124,8 килограмма.

Таблица 15 – Характеристика швеллера разного сортамента

<b>Сортамент</b>	<b>№ швеллера</b>	<b>Длина, метров</b>	<b>Сталь</b>
<u>Швеллер 5</u>	5У, 5П	9	ст.3
<u>Швеллер 6.5</u>	6.5У, 6.5П	9	ст.3
<u>Швеллер 8</u>	8У, 8П	11,7; 12	ст.3
<u>Швеллер 10</u>	10У, 10П	12	ст.3
<u>Швеллер 12</u>	12У, 12П	12	ст.3
<u>Швеллер 14</u>	14У, 14П	11,7	ст.3
<u>Швеллер 16</u>	16У, 16П	11,7	ст.3
<u>Швеллер 18</u>	18У, 18П	12	ст.3
<u>Швеллер 20</u>	20У, 20П	12	ст.3
<u>Швеллер 22</u>	22У, 22П	12	ст.3
<u>Швеллер 24</u>	24У, 24П	12	ст.3
<u>Швеллер 27</u>	27У, 27П	12	ст.3
<u>Швеллер 30</u>	30У, 30П	12	ст.3
<u>Швеллер 40</u>	40У, 40П	12	ст.3

5.4 Технологический процесс автоматизированной сварки кольцевых швов глушителя.

На пульте управления элементов сварочного вращателя расположена сенсорная операторская панель с которой просто осуществлять управление.

Принцип работы сварочного вращателя:

1. Изделие устанавливается на устройство и закрепляется при помощи 3х кулачковых патронов шпиндельного узла и прижимной задней «балки».

2. На нулевую точку шва в ручном режиме выставляется горелка.
3. На операторской панели устанавливается: скорость вращения, перекрытие шва.
4. На пульте управления нажатием кнопки «Пуск» в автоматическом режиме запускается сварка кольцевого шва до остановки.
5. Сварочные горелки отводятся для съема изделия.

Технологический процесс сварки кольцевых швов глушителя автомобиля ВАЗ – 1118 с использованием сварочного вращателя ТОМ – 16С.

1. Установить в сварочном стенде п/узел 1118-1201010 "Бачок глушителя основного в сборе".
2. Установить и зафиксировать в сварочном стенде деталь 1118-1203052 "Труба задняя (выходная) основного глушителя".
3. Установить и зафиксировать в сварочном стенде деталь 1118-1203050 "Труба передняя (входная) основного глушителя".
4. Произвести прихватку труб с глушителем механизированной сваркой в среде СО<sub>2</sub>. Прихватку выполнять с помощью полуавтомата ПДГ-312. Длина сварочных прихваток = 10мм. Кол-во прихваток - по 2 шт. на каждую деталь (трубу).
5. Расфиксировать узел 1118-1200010 и снять со сборочного кондуктора.
6. Установить узел 1118-1200010 и закрепить на сварочном вращателе ТОМ - 16С при помощи 3х кулачковых патронов шпиндельного узла и прижимной задней «бабки».
7. Произвести сварку узла 1118-1200010 кольцевыми швами (L св. = 140 мм - 2 шт).
8. Снять узел 1118-1200010 со сварочного вращателя.

Далее на сборочном кондукторе производится сварка детали 1118-1203081 «Кронштейн подвески основного глушителя передний» и детали 1118-1203082 «Кронштейн подвески основного глушителя задний» с основным

узлом 1118-1200010. Сварка выполняется с помощью полуавтомата ПДГ-312. Длина сварочного шва =40мм. Готовая продукция складывается в тару.

## 5.6 Контроль качества сварных швов.

Качество сварных соединений систематически контролируется следующими способами:

а) правильность выполнения технологического процесса во время повседневной проверки;

б) визуальным осмотром всех соединений невооруженным глазом, а также измерением фактических размеров шва;

в) герметичность изделия.

Мастер или контролер проверяет следующее.

1. Перед сваркой проверяется квалификация сварщика, исправность сварочного оборудования, защита рабочего места от атмосферных осадков, обеспеченность сварщика необходимыми инструментами для выполнения работ (зубилом, металлической щеткой и молотком), соответствие сварочных материалов ГОСТу и их качество, выбор оптимальных режимов сварки.

2. В процессе сварки контролируется режим сварки (сила тока, напряжение дуги, скорость подачи сварочной проволоки), техника и технология выполнения сварочных работ (последовательность наложения швов, направление сварки, угол наклона электрода);

3. После сварки осматривают зачистку сварных швов от окалины и шлаков, наличие и правильность расположения клейма сварщика, качество сварного шва.

К качеству сварного шва предъявляются следующие требования:

1) сварной шов должен иметь мелкочешуйчатую или гладкую поверхность (без прожогов, наплывов, сужений, перерывов) и плавный переход к основному металлу;

2) сварной шов должен соответствовать размеру, указанному в проекте;

3) наплавленный металл не должен иметь трещин и быть плотным по всей длине.

## Безопасность и экологичность технологического объекта.

### 6.1 Технологическая характеристика объекта.

В выпускной квалификационной работе проведена замена механизированной сварки на автоматическую дуговую сварку плавящимся электродом в среде углекислого газа. Автоматизация происходит за счет выбора оборудования для сварки кольцевых швов – сварочного вращателя ТОМ – 16С. Также в ходе работы подобраны оптимальные параметры режимов сварки для источника питания автоматизированной сварки. Подбор оптимальных параметров режима позволяет уменьшить разбрызгивание электродного металла.

Автоматизация сварочного процесса позволяет улучшить качество сварных соединений, настроить геометрические параметры сварного шва, снизить затраты на электроэнергию и материалы для сварки, снизить время изготовления продукцией, что, в свою очередь сократит и время выделения в рабочей зоне вредных веществ в воздух. Последнее является весьма существенным плюсом автоматизации в ходе решения проблемы защиты рабочей зоны и окружающей среды от неизбежных вредных выделений в сварочных работах. В механизированной сварке плавящимся электродом в среде углекислого газа сборку и сварку комплектующих осуществляет сварщик, а введение в процесс автоматизации позволяет заменить опасный для здоровья труд рабочего, так как сварщик будет лишь осуществлять управление в программах для сварочных работ.

При производстве сварных конструкций, выполнение технологических операции подразумевает наличие многих вредных и опасных производственных факторов.

Влияние процесса сварки, а точнее, образования при процессе сварочных аэрозолей, в настоящее время изучено недостаточно. Сварочные аэрозоли представляют собой сложную смесь химических веществ, концентрация и степень воздействия на организм человека зависит от оборудования, применяемых материалов и вида процесса сварки. При механизированной

сварке плавящимся электродом в среде CO<sub>2</sub>, в воздух происходит выброс оксида углерода (CO), из – за чего происходит термическая диссоциация CO<sub>2</sub>, а также много пыли.

Токсические газы сварочных аэрозолей могут являться причиной возникновения воспалительных изменений в органах дыхания человека, пневмо – кониоза, а также возможна легкая форма марганцевой интоксикации. Поэтому в главе «безопасность и экологичность технологического объекта» выпускной квалификационной работы необходимо выполнить сравнительную оценку процесса сварки и предложить методы защиты рабочего персонала от вредных и опасных производственных факторов.

Защита персонала и производственной зоны от действия сварочных аэрозолей осуществляется с помощью различных систем вентиляции, которые при правильной эксплуатации и своевременного обслуживания позволяет снизить концентрацию вредных веществ в воздухе рабочей зоны до их норм. С помощью полученных на производстве экспериментальных данных о концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, можно выбрать необходимую систему вентиляции и повысить ее эффективность.

Таблица 16- Технологический паспорт объекта

Наименование технологических операций и выполняемых работ	Наименование должности работника выполняющего технологическую операцию.	Перечень используемого оборудования, устройства и приспособлений	Используемые вещества и материалы
1. Подготовка деталей к сварке	Слесарь-сборщик	Камера помывочная, камера сушильная	Раствор кальцинированной соды, сжатый воздух
2. Сборка комплектующих узлов в кондукторе	Слесарь-сборщик	кондуктор сборочный	-
3. Прихватка	Сварщик	Сварочный полуавтомат ПДГ – 312, сборочный кондуктор	Сжатый воздух, углекислый газ, сварочная проволока
4.Сварка	Сварщик	Сварочный вращатель ТОМ – 16С	Сжатый воздух, углекислый газ, сварочная проволока

5. Сброс	Программист-наладчик	Сварочный вращатель ТОМ – 16С.	Сжатый воздух.
6. Контроль качества	Контролер ОТК	Лупа	Мыльный раствор, мел

## 6.2 Риски для персонала в ходе реализации технологических процессов

Таблица 17 –Профессиональные риски, сопровождающие осуществление проектной технологии

Наименование технологической операции, выполняемые работы	Опасные и вредные производственные факторы, сопровождающие осуществление проектной технологии	Источник появления опасных или вредных производственных факторов
1	2	3
1. Подготовка деталей к сварке	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования; - подвижные части механизмов, производственного оборудования и машин - повышенное значение напряжения в электрической цепи, для которой присутствует риск замыкания через тело человека	Камера промывочная, камера сушильная
2. Загрузка деталей в кондуктор	- острые кромки деталей, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях комплектующих узлов, оборудования и инструмента.	Сборочный кондуктор
3. Сварочные прихватки	- повышенные значения напряжения в электрической цепи, т.е.риск замыкания через тело человека; - высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов. - ультрафиолетовое излучение	Сварочный вращатель ТОМ – 16С, сборочный кондуктор
4. Контроль качества	- острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;	Лупа

## 6.3 Предлагаемые мероприятия по снижению профессиональных рисков

Таблица 18 - Выбор методов и средств по снижению воздействия каждого опасного и вредного производственного фактора

Перечень опасных и вредных производственных факторов, сопровождающих проектную технологию	Список предлагаемых мероприятий способствующих снижению и устранения опасных и вредных производственных факторов	Средства индивидуальной защиты работника
1. Острые кромки, заусенцы и шероховатости, присутствующие на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования;	Периодическое проведение инструктажа по технике безопасности.	Спецодежда, перчатки.
2. Подвижные части механизмов, оборудование и машины	Выполнить предостерегающие надписи, соответствующую окраску или ограждение	-
3. Высокая температура нагрева поверхности оборудования, заготовок и сварочных материалов	Периодическое проведение инструктажа по технике безопасности	Перчатки, ппесодежда,
4. Риск замыкания через тело человека электрической цепи, имеющей повышенное значение напряжения	Устройство и периодический контроль заземления электрических машин и изоляции	-
5. Ультрафиолетовое излучение от полуавтоматической сварки	Проведение инструктажа по технике безопасности	Маска с затемненным стеклом, щит.

#### 6.4 Мероприятия обеспечивающие пожарную безопасность разрабатываемого технологического объекта.

Для обеспечения пожарной безопасности на производствах реализуются организационные и технические мероприятия с рабочим персоналом и служащими. Целью данных мероприятий является ознакомление с правилами пожарной безопасности для ее соблюдения, также проводятся специальные учения с производственным персоналом и служащими по обеспечению пожарной безопасности .

Таблица 19- Технические средства, обеспечивающие пожарную безопасность технологического объекта

Перечень первичных средств для проведения тушения возгорания	Ящики с песком, кошма, огнетушитель
Перечень пожарного инструмента для проведения тушения	Лопата, багор, топор
Перечень пожарной сигнализации, связи и систем оповещения	Кнопка уведомляющая персонал пожаре

Таблица 20 - Выявление классов и опасных факторов возможного пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок Автоматизированной сварки	Сварочный вращатель ТОМ- 16С	пожары, за счет воспламенения и горения материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением.	Повышенная температура окружающей среды, пламя, искры, уменьшение концентрации кислорода в воздухе.	замыкания на проводящих току частях технологической установки

### 6.5 Заключение по экологическому разделу

При выполнении раздела «безопасность и экологичность технологического объекта» был произведен анализ опасных и вредных производственных факторов, которые появляются в ходе внедрения проектной технологии. Выявлены возможности и меры по их устранению. В заключении можно сказать, что при соблюдении и применения средств пожарной безопасности и санитарии, вредные производственные факторы могут быть уменьшены или устранены полностью. Необходимость для поиска дополнительных средств защиты отсутствует. Также, для устранения угрозы экологической безопасности необходимо соблюдать технологический регламент.

## Экономическая эффективность проекта.

### 7.1 Исходные данные для проведения экономического обоснования

В выпускной квалификационной работе предложен технологический процесс по автоматизации сварки, в результате которой, повышается производительность и качество сварного шва, также подобраны оптимальные параметры режимов сварки, для уменьшения разбрызгивания электродного металла. Для выполнения технологии автоматизированной сварки предусматривается автоматическая сварка плавящимся электродом в среде CO<sub>2</sub>. Процесс разбрызгивания электрода приводит к ухудшению защиты зоны сварки, вызывает порообразование в материале сварного шва, а также затрачивается большое количество времени на зачистку сварных швов. Помимо этого, разбрызгивание приводит к дополнительному нагреву сварочной горелки, что влечет к неисправности сварочного сопла, изоляционной втулки и токоподводящих мундштуков. Брызги металла, которые остаются на поверхности свариваемой детали, удалить достаточно трудно, но необходимо, так как они приводят к концентрации напряжения и способствуют появлению коррозии, что приводит к уменьшению прочности и надежности сварной конструкции.

Применение предложенных мероприятий позволит повысить стабильность качества выполняемых кольцевых сварных соединений и снизить ее трудоемкость.

Проектный технологический процесс подразумевает сварку на специальном сварочном вращателе ТОМ - 16С для выполнения одновременно двух кольцевых швов, что увеличивает скорость сварки. Производим расчет затрат по изменяющимся экономическим показателям в сравнении с базовым технологическим процессом.

Таблица 21 – Исходные данные для проведения экономического расчёта

№	Перечень экономических показателей	Обозначение показателя	Единица измерения	Значение экономического показателя по вариантам технологии	
				Базовый	Проектный
1	2	3	4	5	6
1	Общее количество рабочих смен	Ксм	-	2	2
2	Установленная норма амортизационных отчислений на используемое в технологическом процессе оборудование	На	%	19,5	19,5
3	Принимаемый разряд вращателя	Р.р.		V	V
4	Величина часовой тарифной ставки	Сч	Р/час	130	130
5	Значение коэффициента, устанавливающего размер отчислений на дополнительную заработную плату	Кдоп	%	12	12
6	Значение коэффициента, устанавливающего размер доплат к основной заработной плате	Кд		1,88	1,88
7	Значение коэффициента, учитывающего размер отчислений на социальные нужды.	Ксн	%	34	34
8	Принятое значение размера амортизационных отчислений на площади	На.пл.	%	5	5
9	Стоимость эксплуатации производственных площадей	Сзксп	(Р/м <sup>2</sup> )/год	2000	2000
10	Цена приобретения производственных площадей	Цпл	Р/м <sup>2</sup>	28000	28000
11	Площадь, которая занята технологическим оборудованием	S	м <sup>2</sup>	10	10
12	Значение коэффициента, который учитывает наличие транспортно-заготовительных расходов	Кт -з	%	5	5
13	Значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж и демонтаж технологического оборудования	Кмонт Кдем	%	30	30
1	2	3	4	5	6

14	Рыночная стоимость применяемого технологического оборудования: Полуавтомат ПДГ – 312 Сварочный вращатель	Цоб	Руб.	200000	650000
15	Значение коэффициента, учитывающего затраты на дополнительную производственную площадь	Кпл	-	3	3
16	Потребляемая мощность технологического оборудования	Муст	кВт	150	150
17	Стоимость расходуемой на проведение технологии электрической энергии	Цэ-э	Р/ кВт	4,2	4,2
18	Значение коэффициента, учитывающего выполнение нормы	Квн	-	1,1	1,1
19	Значение коэффициента полезного действия технологического оборудования	КПД	-	0,7	0,85
20	Принятое значение нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
21	Значение коэффициента, который учитывает цеховые расходы	Кцех	-	1,5	1,5
22	Значение коэффициента, который учитывает заводские расходы	Кзав	-	2,15	2,15
23	Значение коэффициента который учитывает производственной нормы	Кв		1,03	1,03
24	Время машинное	t <sub>МАШ</sub>	час	0,107	0,074

## 7.2 Вычисление фонда времени работы оборудования

Величину годового фонда времени, в течение которого работает оборудование рассчитываем с использованием формулы:

$$F_H = (D_p \cdot T_{cm} - D_{п} \cdot T_{п}) \cdot C, \quad (7.1)$$

где  $T_{cm}$  – принятая продолжительность смены;

$D_p$  – общее количество рабочих дней в году;

$D_{п}$  – общее количество предпраздничных дней;

$T_{\Pi}$  – ожидаемое сокращение рабочего времени предпраздничные дни в часах;

$C$  – общее количество смен.

Подставив в (7.1) заданные значения, получим:

$$F_H = (280 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 2 = 4466 \text{ ч.}$$

Расчётное определение величины эффективного фонда времени работы оборудования производим с использованием зависимости:

$$F_3 = F_H \cdot \left(1 - \frac{B}{100}\right), \quad (7.2)$$

где  $B$  – плановые потери рабочего времени.

Подставив в (7.2) заданные значения, получим:

$$F_3 = 4466 \cdot \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 4153 \text{ ч.}$$

### 7.3 Расчёт времени, затрачиваемого для выполнения годовой программы, и коэффициента, учитывающего загрузку оборудования

Для определения временных затрат на выполнение операций технологического процесса используем расчётную зависимость:

$$t_{\text{ШТ}} = t_{\text{МАШ}} + t_{\text{ВСП}} + t_{\text{ОБСЛ}} + t_{\text{ОТЛ}} + t_{\text{П-З}}, \quad (7.3)$$

где  $t_{\text{ШТ}}$  – общее время, которое затрачивает персонал на выполнение операций технологического процесса;

$t_{\text{МАШ}}$  – время, которое затрачивает персонал непосредственно на выполнение сварочных операций;

$t_{\text{ВСП}}$  – время, которое затрачивает персонал на подготовку к работе сварочного оборудования и составляет 10% от  $t_{\text{МАШ}}$ ;

$t_{\text{ОБСЛ}}$  – время, которое затрачивает персонал на обслуживание, текущий и мелкий ремонт сварочного оборудования и составляет 5%  $t_{\text{МАШ}}$ ;

$t_{\text{ОТЛ}}$  – время, которое затрачивает персонал на личный отдых, составляет 5%  $t_{\text{МАШ}}$ ;

$t_{\text{П-З}}$  – время на подготовительно – заключительные операции, 1%  $t_{\text{МАШ}}$ .

Подставив в (7.3) заданные значения, получим:

$$t_{шт.баз} = 0,120 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0.15 \text{ ч.}$$

$$t_{шт.проектн.} = 0,08 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0.010 \text{ ч.}$$

Для проведения дальнейших экономических расчётов принимаем  $\Pi_g = 80000$  изделий за год.

Количество оборудования определяем с использованием формулы:

$$n_{расч} = \frac{t_{шт} \cdot \Pi_g}{F_{\text{э}} \cdot K_{вн}} \quad (7.4)$$

где  $t_{шт}$  – затрачиваемое штучное время на сварку одного изделия;

$\Pi_g$  – принятое значение годовой программы;

$F_{\text{э}}$  – величина эффективного фонда времени работы сварочного оборудования;

$K_{вн}$  – принятое значение коэффициента выполнения нормы.

Подставив в (7.4) необходимые значения, получим:

$$n_{расч.б.} = \frac{0.15 \cdot 80000}{4153 \cdot 1.1} = 2.62$$

$$n_{расч.пр} = \frac{0.10 \cdot 80000}{4153 \cdot 1.1} = 1.75$$

На основании проведённых расчётов принимаем две единицы оборудования для реализации базового технологического процесса и одну единицу оборудования для реализации проектного технологического процесса.

Расчётное определение величины коэффициента загрузки оборудования выполним с использованием зависимости:

$$K_z = n_{расч} / n_{пр} \quad (7.5)$$

где  $n_{расч}$  – рассчитанное согласно (7.4) количество сварочного оборудования,

$n_{пр}$  – принятое ранее количество сварочного оборудования

Подставив в (7.5) необходимые значения, получим:

$$K_{зб} = 2.62 / 1 = 2.62$$

$$K_{зп} = 1.75 / 1 = 1.75$$

#### 7.4 Вычисление заводской себестоимости базового и проектного вариантов технологии

Затраты на материалы, используемые при реализации базового и проектного вариантов технологии, определяем с использованием формулы:

$$M = C_m \cdot N_p \cdot K_{т-з}, \quad (7.6)$$

где  $C_m$  – стоимость сварочных материалов;

$K_{т-з}$  – принятое значение коэффициента, учитывающего транспортно-заготовительные расходы.

Фонд заработной платы (ФЗП) представляет собой сумму основной зарплаты и дополнительной. Для расчётного определения основной зарплаты используем зависимость:

$$З_{осн} = t_{шт} \cdot C_{ч} \cdot K_{д} \quad (7.7)$$

где  $C_{ч}$  – принятое значение тарифной ставки;

$K_{д}$  – принятое значение коэффициента, который учитывает расходы на доплату к основной заработной плате.

Подставив в (7.7) необходимые значения, получим:

$$З_{осн.баз.} = 0,15 \cdot 130 \cdot 1,88 = 36,6 \text{ руб.}$$

$$З_{осн.проектн.} = 0,10 \cdot 130 \cdot 1,88 = 24,4 \text{ руб.}$$

Для расчётного определения дополнительной заработной платы используем формулу:

$$З_{доп} = \frac{K_{доп}}{100} \cdot З_{осн} \quad (7.8)$$

где  $K_{доп}$  – размер коэффициента, учитывающего величину отчислений на дополнительную заработную плату

Подставив в (7.8) необходимые значения, получим:

$$З_{доп.базов.} = 36,6 \cdot 12/100 = 4,4 \text{ рублей;}$$

$$З_{доп.проектн.} = 24,4 \cdot 12/100 = 2,9 \text{ рублей;}$$

$$\text{ФЗП}_{базов.} = 36,6 + 5,27 = 41,87 \text{ рублей;}$$

$$\text{ФЗП}_{проектн.} = 24,4 + 2,05 = 26,45 \text{ рублей.}$$

Расчётное определение величины отчислений на социальные нужды производим с использованием формулы:

$$\text{Осн} = \text{ФЗП} \cdot \text{Ксн} / 100, \quad (7.9)$$

где Ксн – значение коэффициента, который учитывает затраты отчисления на социальные нужды.

Подставив в (7.9) необходимые значения, получим:

$$\text{Осн}_{\text{баз.}} = 41.87 \cdot 34 / 100 = 14.2 \text{ руб.}$$

$$\text{Осн}_{\text{проектн.}} = 26.45 \cdot 34 / 100 = 9 \text{ руб.}$$

Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования производим с использованием зависимости:

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_{\text{э-э}}, \quad (7.10)$$

где  $A_{\text{об}}$  – принятая величина амортизации оборудования;

$P_{\text{э-э}}$  – величина затрат на электрическую энергию;

Величину амортизации оборудования вычисляем с использованием формулы:

$$A_{\text{об}} = \frac{Ц_{\text{об}} \cdot \text{На} \cdot t_{\text{маш}}}{F_{\text{э}} \cdot 100} \quad (7.11)$$

где  $Ц_{\text{об}}$  – принятое значение стоимости оборудования;

$\text{На}$  – принятое значение нормы амортизации оборудования.

Подставив в (7.11) необходимые значения, получим:

$$A_{\text{обб}} = \frac{200000 \cdot 19.5 \cdot 0.15}{4153 \cdot 100} = 1.4 \text{ рублей}$$

$$A_{\text{обп}} = \frac{650000 \cdot 19.5 \cdot 0.10}{4153 \cdot 100} = 3 \text{ рубля}$$

Расчётное определение расходов на электроэнергию производим с использованием зависимости:

$$P_{\text{э-э}} = \frac{M_{\text{уст}} \cdot t_{\text{маш}} \cdot Ц_{\text{э-э}}}{\text{КПД}} \quad (7.12)$$

где  $M_{\text{уст}}$  – принятое значение мощности установки;

$C_{\text{э-э}}$  – стоимость электрической энергии;

КПД – значение коэффициента полезного действия технологического оборудования.

Подставив в (7.12) необходимые значения, получим:

$$P_{\text{э-эб}} = \frac{130 \cdot 0.15 \cdot 1.75}{0.7} = 48.75 \text{ рублей}$$

$$P_{\text{э-эпр}} = \frac{130 \cdot 0.10 \cdot 1.75}{0.85} = 26.76 \text{ рублей}$$

$$Z_{\text{об баз.}} = 1.4 + 48.75 = 50.15 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{об проектн.}} = 3 + 26.76 = 29.76 \text{ руб.}$$

Расчётное определение затрат на содержание и эксплуатацию площадей производим на основании зависимости:

$$Z_{\text{пл}} = P_{\text{пл}} + A_{\text{пл}}, \quad (7.13)$$

где  $P_{\text{пл}}$  – величина затрат на эксплуатацию и содержание производственных площадей;

$A_{\text{пл}}$  – амортизация площадей.

Величину затрат на содержание производственных площадей вычисляем на основании зависимости:

$$P_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{эспл}} \cdot S \cdot t_{\text{шт.}}}{F_{\text{э}}}, \quad (7.14)$$

где  $C_{\text{эспл}}$  – расходы на содержание площадей

$S$  – площадь, занятая под оборудование.

Подставив в (7.14) необходимые значения, получим:

$$P_{\text{пл б}} = \frac{2000 \cdot 10 \cdot 0.15}{4153} = 0.7$$

$$P_{\text{пл пр}} = \frac{2000 \cdot 10 \cdot 0.10}{4153} = 0.48$$

Амортизацию площади вычисляем на основании формулы:

$$A_{\text{пл}} = \frac{C_{\text{пл}} \cdot N_{\text{амл}} \cdot S \cdot t_{\text{шт.}}}{F_{\text{э}} \cdot 100}, \quad (7.15)$$

где  $N_{\text{амл}}$  – принятое значение нормы амортизации площади;

$C_{\text{пл}}$  – цена приобретения площадей

Подставив в (7.15) необходимые значения, получим:

$$A_{\text{плб}} = \frac{28000 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 0.15}{4153 \cdot 100} = 0.5$$

$$A_{\text{пл пр}} = \frac{28000 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 0.10}{4153 \cdot 100} = 0.33$$

$$Z_{\text{ПЛБаз.}} = 0.7 + 0.5 = 1.2 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ПЛПроектн.}} = 0.48 + 0.33 = 0.81 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины технологической себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ТЕХ}} = \text{ФЗП} + \text{Осс} + Z_{\text{ОБ}} + Z_{\text{ПЛ}} \quad (7.16)$$

Подставив в (7.16) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ТЕХБаз.}} = 41.8 + 14.2 + 50.15 + 1.2 = 107.7 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХПроектн.}} = 26.45 + 9 + 29.76 + 0.81 = 66.02 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величину цеховой себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЦЕХ}} \quad (7.17)$$

где  $K_{\text{ЦЕХ}}$  – коэффициент, который учитывает цеховые расходы

Подставив в (7.17) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ЦЕХБаз.}} = 107.7 + 36.6 \cdot 1.5 = 162.6 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПроектн.}} = 66.02 + 24.4 \cdot 1.5 = 102.8 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины заводской себестоимости производим на основании зависимости:

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + Z_{\text{ОСН}} \cdot K_{\text{ЗАВ}} \quad (7.18)$$

где  $K_{\text{ЗАВ}}$  – коэффициент, учитывающий заводские расходы

Подставив в (7.18) необходимые значения, получим:

$$C_{\text{ЗАВБаз.}} = 162.6 + 2,15 \cdot 36.6 = 241.29 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЗАВПроектн.}} = 102.8 + 2,15 \cdot 24.4 = 155.26 \text{ руб.}$$

## 7.5 Калькуляция заводской себестоимости сварки

в соответствии с базовым и проектным вариантами технологии

Таблица 22 – Заводская себестоимость сварки

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ	Услов. обозн.	Калькуляция., руб	
			Базовый	Проектный
1	Фонд заработной платы	ФЗП	41.8	26.45
2	Отчисления на соц. нужды	О <sub>сн</sub>	14.2	9
3	Затраты на оборудование	Зоб	50.15	29.76
4	Расходы на площади	Зпл	1.2	0.81
	Себестоимость технологич.	Стех	107.7	66.02
6	Расходы цеховые	Рцех	54.9	36.6
	Себестоимость цеховая	Сцех	162.6	102.8
7	Расходы заводские	Рзав	78.69	52.46
	Себестоимость заводская	С <sub>зав</sub>	241.29	155.26

#### 7.6 Определение капитальных затрат в соответствии с базовым и проектным вариантами технологии

Расчётное определение величины капитальных затраты, сопровождающих реализацию базового варианта технологии производим с использованием следующей зависимости:

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ОББ}} = n \cdot Ц_{\text{ОБ.Б}} \cdot K_{\text{З.Б.}}, \quad (7.19)$$

где  $K_{\text{З}}$  – значение коэффициента, который учитывает загрузку технологического оборудования;

$Ц_{\text{ОБ.Б}}$  – размер остаточной цены оборудования, полученный с учетом срока службы технологического оборудования (рублей);

$n$  – принятое количество оборудования, которое необходимо для выполнения производственной программы согласно описанию технологического процесса.

$$Ц_{\text{ОБ.Б}} = Ц_{\text{ПЕРВ.}} - (Ц_{\text{ПЕРВ.}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot N_{\text{А}} / 100), \quad (7.20)$$

где  $Ц_{\text{ПЕРВ.}}$  – стоимость приобретения технологического оборудования (рублей)

$T_{\text{СЛ}}$  – установленный срок службы технологического оборудования на момент внедрения результатов выпускной квалификационной работы в производство (лет);

$N_A$  – принятое значение нормы амортизации технологического оборудования (%).

Подставив в (7.19) и (7.20) необходимые значения, получим:

$$Ц_{\text{ОБ.Баз.}} = 200000 - (200000 \cdot 3 \cdot 19,5/100) = 83000 \text{ рублей}$$

$$Ц_{\text{об.пр}} = 650000 - (650000 \cdot 3 \cdot 19,5/100) = 269750 \text{ рублей}$$

$$K_{\text{ОББаз.}} = 200000 \cdot 0,72 = 144000 \text{ рублей}$$

$$K_{\text{обпр}} = 650000 \cdot 0,72 = 468000 \text{ рублей}$$

Расчётное определение величины общих капитальных затрат при реализации проектного варианта технологического процесса производим с использованием формулы:

$$K_{\text{ОБЩПР}} = K_{\text{ОБПР}} + K_{\text{ПЛПР}} + K_{\text{СОПР}} \quad (7.21)$$

где  $K_{\text{ОБ}}$  – принятая величина капитальных вложений в технологическое оборудование;

$K_{\text{ПЛ}}$  – принятая величина капитальных вложений в площади (поскольку базовый и проектный вариант технологии предполагает использование одной и той же площади, размеры площади не изменились, поэтому расчёта капитальных вложений в площади не производим);

$K_{\text{СОП}}$  – принятая величина сопутствующих капитальных вложений.

$$K_{\text{ОБПроектн.}} = Ц_{\text{ОБПР}} \cdot K_{\text{Т-З}} \cdot K_{\text{ЗБ}} \quad (7.22)$$

Подставив в (7.22) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ОБПроектн.}} = 269750 \cdot 1,05 \cdot 1,00 = 283237 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = K_{\text{ДЕМ}} + K_{\text{МОНТ}} \quad (7.23)$$

где  $K_{\text{ДЕМ}}$  – принятое значение затрат на демонтаж технологического оборудования для реализации базового процесса;

$K_{\text{МОНТ}}$  – принятое значение коэффициента расходов на монтаж оборудования.

$$K_{\text{ДЕМ}} = \Pi_{\text{Б}} \cdot K_{\text{ДЕМ}} \quad (7.24)$$

где  $K_{\text{ДЕМ}}$  – коэффициент, учитывающий расходы на демонтаж.

Подставив в (7.24) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ДЕМ}} = 83000 \cdot 0,3 = 24900 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{МОНТ}} = \Pi_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{МОНТ}}, \quad (7.25)$$

где  $K_{\text{МОНТ}}$  – значение коэффициента, учитывающего затраты на монтаж технологического оборудования для реализации проектного процесса.

Подставив в (7.24) и (7.25) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{МОНТ}} = 269750 \cdot 30 = 8092500 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = 24900 + 8092500 = 10582500 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩПроектн.}} = 283237 + 105825 = 10865737 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины дополнительных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

$$K_{\text{ДОП}} = K_{\text{ОБЩПР}} + K_{\text{ОБЩБ}} \quad (7.26)$$

Подставив в (7.26) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{ДОП}} = 10865737 + 144000 = 11009737 \text{ руб.}$$

Расчётное определение величины удельных капитальных вложений выполняем с использованием зависимости:

$$K_{\text{УД}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{\Pi_{\text{Г}}} \quad (7.27)$$

где  $\Pi_{\text{Г}}$  – принятое значение годовой программы.

Подставив в (7.27) необходимые значения, получим:

$$K_{\text{УДБаз.}} = 144000 / 80000 = 1,8 \text{ руб./ед.}$$

$$K_{\text{УДПроектн.}} = 468000 / 80000 = 5,85 \text{ руб./ед.}$$

## 7.7 Расчёт показателей экономической эффективности в соответствии с проектным вариантом технологии

Величину показателя снижения трудоемкости определим с использованием формулы:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{t_{\text{штБ}} - t_{\text{штПР}}}{t_{\text{штБ}}} \cdot 100\% \quad (7.28)$$

Подставив в (7.28) необходимые значения, получим:

$$\Delta t_{\text{шт}} = \frac{0.15 - 0.10}{0.15} \cdot 100 = 33.3\%$$

Величину показателя повышения производительности труда определим по формуле:

$$П_{\text{Т}} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{шт}}}{100 - \Delta t_{\text{шт}}} \quad (7.29)$$

Подставив в (7.29) необходимые значения, получим:

$$П_{\text{Т}} = \frac{100 \cdot 33.3}{100 - 33.3} = 49.47 = 50\%$$

Величину показателя снижения технологической себестоимости определим по формуле:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{C_{\text{ТЕХБ}} - C_{\text{ТЕХПР}}}{C_{\text{ТЕХБ}}} \cdot 100\% \quad (7.30)$$

Подставив в (7.30) необходимые значения, получим:

$$\Delta C_{\text{ТЕХ}} = \frac{107.7 - 66.02}{107.7} \cdot 100\% = 38.5\%$$

Величину условно-годовой экономии (ожидаемой прибыли) определим по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{ЗАВБ}} - C_{\text{ЗАВПР}}) \cdot П_{\text{Т}} \quad (7.31)$$

Подставив в (7.31) необходимые значения, получим:

$$\mathcal{E}_{\text{УГ}} = (241.29 - 155.26) \cdot 80000 = 6882400 \text{ руб.}$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K_{\text{пробц}}}{\text{Прож}} \quad (7.32)$$

Подставив в (7.32) необходимые значения, получим:

$$T_{ок} = \frac{10865737}{6882400} = 1.57 = 1.6 \text{ года}$$

Размер годового экономического эффекта в сфере производства определим по формуле:

$$\Delta \Gamma = \Delta \Gamma = C_{\text{проект}}^{\text{баз}} + E_n * K_{уд}^{\text{баз}}_{\text{проект}} * Пг \quad (7.33)$$

Подставив в (7.33) необходимые значения, получим:

$$\Delta \Gamma = ((241.+0.33*1.88)-(155.26+0.33*5.85))*80000=6775480 \text{ руб.}$$

### 7.8 Заключение по экономическому разделу

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы были произведены расчеты с целью определения эффективности внедрения проектной технологии автоматизированной сварки.

Установлено, что в результате внедрения автоматизированной сварки кольцевых швов и подбор оптимальных параметров режима сварки на 33 % уменьшилась трудоемкость, увеличилась производительность труда на 50 %, что уменьшило технологическую себестоимость на 38.5 %. Расчеты показали, что условная годовая экономия составила около 6.9 млн. рублей.

При учете затрат на капитальные вложения в оборудование, условная величина годовой экономии составила 6.8 млн.рублей. Капитальные вложения в оборудование будут окуплены за 1.6 года.

На основании произведенных расчетов можно сделать вывод, что разработанная технология автоматизированной сварки кольцевых швов обладает экономической эффективностью.

## Заключение

Анализ технологии сборки и сварки глушителя автомобиля показал, что выбранный процесс сварки сопровождается большим разбрызгиванием электродного металла и низкой производительностью сборки и сварки, поэтому в работе проведен анализ влияния параметров оборудования на коэффициент разбрызгивания. Установлено, что коэффициент разбрызгивания зависит от диаметра присадочной проволоки, поэтому необходимо выбрать соответствующий наклон внешней ВАХ и скорость нарастания тока короткого замыкания. Эти параметры связаны с выбором сварочного оборудования или доработкой уже имеющегося. В работе предлагаются оба варианта. Выбор оптимальных параметров режима позволяет снизить коэффициент разбрызгивания.

Для того, чтобы увеличить производительность сборки и сварки глушителя ВАЗ – 1118 предложена механизация сборки и автоматизация сварки кольцевых швов двумя сварочными горелками. Механизация сборки происходит в сборочном кондукторе, а автоматизация сварки кольцевых швов на сварочном вращателе.

В выпускной квалификационной работе рассмотрено влияние сварочного аэрозоля на воздух рабочей зоны и на здоровье персонала. Предложены мероприятия по обеспечению безопасности при сварке плавящимся электродом в среде углекислого газа.

Расчет экономической эффективности показал, что увеличение производительности труда составило 50%, а также на 33% уменьшилась трудоемкость изготовления детали. На основании чего можно сделать вывод, что внедрение автоматизации сварки с подбором оптимальных параметров режимов обладает высокой экономической эффективностью.

## Список используемых источников

1. 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.
2. Передерий В.П. Устройство автомобиля: учебное пособие. «Форум». – 2008. – 290с.
3. Патон, Б.Е. Применение защитных газов в сварочном производстве / Б.Е. Патон, С.Т. Римский, В.И. Галинич // Автоматическая сварка. – 2014. – № 6–7. – С. 17–24.
4. Ельцов В.В. Сварка плавлением металлических конструкционных материалов. [Изд. 2-е, испр. И доп.] - Тольятти: ТГУ – 2007 – 195 с.
5. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки : учеб. для вузов / А. И. Акулов [и др.] ; под ред. А. И. Акулова. - 2-е изд., испр. и доп. ; Гриф УМО. - М. : Машиностроение, 2003. - 559 с. : ил. - Библиогр.: с. 559.
6. Технология и оборудование сварки плавлением : лабораторный практикум / В. П. Сидоров [и др.] ; ТГУ; каф. "Оборудование и технология сварочного производства"; [под. ред. В. П. Сидорова и др.]. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 363 с.
7. Потапьевский, А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. Издание 2-е, переработанное. К.: «Екотехнологія», 2007. – 192 с.
8. Семистенов Д.А., Короткова Г.М. Исследование сварочных свойств инвентора форсаж – 302 при механизированной сварке. / В.А. Казаков // Сварочное производство. – 2012. – № 4.
9. Семистенов Д.А., Короткова Г.М. Технологические свойства процесса при механизированной сварке инвентором форсаж – 502. / В.А. Казаков // Сварочное производство. – 2013. – № 10.

10. Милютин В. С. Источники питания для сварки : учеб. для вузов / В. С. Милютин, М. П. Шалимов, С. М. Шанчуров. - Гриф УМО. - М. : Айрис Пресс, 2007. - 379 с.
11. Короткова Г.М. Источники питания технологических установок. Уч. пособие. - Тольятти: АНО ГАЦ СВР, 2001.-58 с.
- 12.Цепенев Р. А. Автоматизация сварочных процессов : учеб. пособие / ТГУ; Каф. "Оборудование и технология сварочного производства и пайки"; [науч. ред. Г.М. Короткова]. - 2-е изд., стер. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 105 с
- 13.Управление процессами и оборудованием при сварке: учеб. Пособие для вузов. Э. А. Гладков.- М.: Академия, 2006.- 430с.
14. Лучкин Р. С. Проектирование сварных конструкций : учеб.-метод. пособие / ТГУ; каф. "Оборудование и технология сварочного производства и пайки". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2008. - 173 с.
- 15.Николаев Г. А. Сварные конструкции : Технология изготовления: автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: [учеб. пособие для вузов по спец. "Технология свароч. пр-ва"] / Г. А. Николаев, С. А. Куркин, В. А. Виноку-ров. - М. : Высш. шк., 1983. - 344 с.
- 16.Овчинников, В. В. Дефекты сварных соединений : учеб. пособие / В. В. Овчинников. - М. : Академия, 2008. - 64 с.
- 17.Потомкина, В.В. Аттестация сварщиков на допуск к выполнению сварочных и наплавочных работ на объектах, подконтрольных Ростехнадзору. Учебное посо-бие. / Потомкина В.В. – Тольятти, ТГУ.- 2013.- 79 с
- 18.Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соеди-нений : учеб. пособие для вузов / Н. П. Алешин. - Гриф МО. - М. : Машинострое-ние, 2006. - 367 с.
- 19.Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие / Л. Н. Горина. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.
- 20.Экологическая безопасность промышленных объектов : учеб- ное пособие для бакалавров дневного и заочного отделений по

направлению «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность технологических процессов и производств») / В. Я. Борщев. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 128 с.

21. Краснопевцева, И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания / И. В. Краснопевцева – Тольятти: ТГУ, 2008. – 38 с.