

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

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(наименование института полностью)

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 ___ Восстановление резонатора глушителя автомобиля LADA
KALINA _____

Студент(ка)	<u>К.В. Власюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>Г.М. Короткова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>И.В. Дерябин</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</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.

Тольятти 2017

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 Власюк Кирилл Владимирович

1. Тема Восстановление резонатора глушителя автомобиля LADA KALINA
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы _____
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе конструкция глушителя автомобиля LADA KALINA, материал 12X18H10T, нормативные документы ВАЗ, научная литература, стандарты, интернет-ресурсы
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Введение. Доказательство актуальности работы, формулировка цели работы.

- 1) Анализ конструкции глушителя автомобиля LADA KALINA из нержавеющей стали, формулировка задач работы
 - 2) Анализ способов сварки для ремонтных работ
 - 3) Разработка технологии демонтажа резонатора автомобиля
 - 4) Разработка технологии восстановления
 - 5) Безопасность и экологичность технического объекта
 - 4) Экономическая эффективность работы
- Заключение
Список используемой литературы
Приложения

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общий вид глушителя автомобиля LADA KALINA – 1 лист

Общий вид резонатора автомобиля LADA KALINA – 1 лист

Технологический процесс демонтажа резонатора - 1 лист

Технологический процесс восстановления глушителя автомобиля LADA KALINA (проектный) 2 листа

Экономическое обоснование проекта – 1 лист

6. Консультанты по разделам

Экономическая эффективность проекта

Безопасность и экологичность проекта

Нормоконтроль

7. Дата выдачи задания « _____ » _____ 20 ____ г.

Заказчик

(подпись)

(И.О. фамилия)

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

Г.М. Короткова

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

К.В. Власюк

(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 Власюка Кирилла Владимировича

по теме Восстановление резонатора глушителя автомобиля LADA KALINA

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1 глава. 2 листа формата А1	03.04.17 – 20.04.17	20.04.17	выполнено	
2 глава, 1 лист формата А1.	21.04.17 – 09.05.17	09.05.17	выполнено	
3 глава. 2 листа А1	10.05.17 – 22.05.17	22.05.17	выполнено	
4 глава	23.05.17 - 28.05.17	28.05.17	выполнено	
5 глава, 1 лист А1.	29.05.17 31.05.17	31.05.17	выполнено	
Предварительная защита	График кафедры	01.6.17	выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

_____ (подпись)

Г.М. Короткова

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

К.В. Власюк

(И.О. фамилия)

АННОТАЦИЯ

Цель выпускной работы бакалавра: обеспечение высокого качества и производительности на операции восстановления дефектных глушителей автомобиля LADA KALINA.

Чтобы достичь поставленной цели в работе решили следующие задачи: разработали технологический процесс демонтажа резонатора автомобиля LADA KALINA; разработали технологический процесс восстановления; разработали мероприятия по обеспечению техники безопасности на участке восстановления; выполнили расчет экономической эффективности.

Работа состоит из пояснительной записки, содержащей 55 страниц, 6 рисунков, 11 таблиц. Графическая часть включает в себя 6 листов формата А 1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Анализ исходных данных и известных технических решений	9
1.1 Описание конструкции и условий эксплуатации глушителя	9
1.2 Анализ способов сварки для ремонтных работ	15
1.3 Задачи работы	20
2 Разработка технологии демонтажа резонатора автомобиля	22
3 Разработка технологии восстановления	26
4 Безопасность и экологичность проекта.	29
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.	29
4.2 Идентификация профессиональных рисков	31
4.3 Средства снижения рисков	32
4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка сварки	33
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	35
Заключение по разделу	36
5 Экономическая эффективность проекта	37
5.1. Исходные данные для расчетов	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Расчет нормы штучного времени на операции сварки	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Капитальные вложения в оборудование	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов сварки кузова	Ошибка! Закладка не определена.
5.4.6 Технологическая себестоимость ...	Ошибка! Закладка не определена.
Калькуляция себестоимости изделия ...	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Расчет показателей экономической эффективности предлагаемого проекта	Ошибка! Закладка не определена.
5.5 Снижение трудоемкости и повышение производительности труда при лазерной сварке	Ошибка! Закладка не определена.
Выводы по экономическому разделу ...	Ошибка! Закладка не определена.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

Первые автомобили были без глушителей. Машины производили страшный шум и рев. Клубы дыма, шедшие из выхлопных труб, страшно пугали лошадей, которые тогда были основным видом транспорта. Пешеходы тоже не восторгались всем этим. Поэтому требовалось кардинально менять данную ситуацию. Разработки устройств, снижающих уровень шума, производимый работой автомобильных двигателей, начались в 1890 году, а в 1894 году автомобиль "Панар-Левассор" был оснащен первым глушителем.

Повышенные температуры, воздействие абразивных частиц, воздействие влаги, возможность ударных нагрузок, особенно при езде по пересеченной местности, накладывает высокие требования к материалу корпуса глушителя. Применяют или специальные методы защиты, или специальные материалы и технологии изготовления. Все перечисленное увеличивает цену глушителей. Тем не менее, в процессе эксплуатации глушители получают различного рода повреждения. Поэтому разработка новых технологий ремонта глушителей является актуальной.

Например, на автомобиль LADA KALINA устанавливают глушители из нержавеющей стали. По базовому технологическому процессу для соединения деталей и узлов глушителя применяют специализированные сборочные и сварочные приспособления, автоматические линии. Использование указанных технологических решений, в условиях крупносерийного и массового производства позволяет обеспечить должное качество и производительность процесса.

Однако на предприятиях автосервиса, в ряде случаев вместо ремонта дефектных глушителей их меняют на новые. Одной из причин этого является отсутствие высокопроизводительных технологических решений, обеспечивающих высокое качество восстановленного глушителя на предприятиях автосервиса.

Цель настоящей работы – обеспечение высокого качества и

производительности на операции восстановления дефектных глушителей
автомобиля LADA KALINA.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Описание конструкции и условий эксплуатации глушителя

Выхлопная система автомобилей позволяет снизить количество вредных выбросов, появляющихся в процессе горения бензина в двигателе. Образующиеся в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания продукты сгорания выводятся через выхлопные трубы, как правило в заднюю часть автомобиля.

Выхлопная система современного легкового автомобиля, как правило, выполнена из трех главных компонентов: каталитического конвертера; глушителей; выхлопных труб.

Каталитический конвертер предназначен для очистки продуктов сгорания (выхлопных газов) у двигателей с искровым зажиганием. Устанавливают его, для быстрого достижения рабочей температуры, как можно ближе к двигателю.

В зависимости от рабочего объема двигателя и конструктивных особенностей автомобиля, применяют один или несколько глушителей, рис. 1.1. В V-образных двигателях внутреннего сгорания левый и правый цилиндры, в некоторых случаях, управляются отдельно и каждый из них оснащают собственным каталитическим конвертером и собственным глушителем, которые потом сводятся в общую выхлопную систему.

Выхлопные трубы обеспечивают удаление выхлопных газов из головок цилиндров и соединяют каталитический конвертер и глушители в единую систему выпуска отработанных газов. Длину и поперечные сечения выхлопных труб, рассчитывают в зависимости от объема двигателя и иных параметров транспортного средства. Так, для двигателей с большими рабочими объемами, зачастую устанавливают двойные трубы.

Вся система выпуска отработанных газов автомобиля установлена, как правило, под дном автомобиля и соединена со специальными кронштейнами гибкими элементами подвески. Места фиксации к днищу кузова выбирают тщательно, иначе вибрация, может передаваться кузову и повышать общий уровень шума в салоне автомобиля.

Общеизвестно, что суммарный объем системы выпуска отработанных газов легкового автомобиля должен в три - восемь раз превышать объем двигателя. Поэтому общий вес выхлопной системы автомобиля, как правило, составляет от 8 до 40 кг.

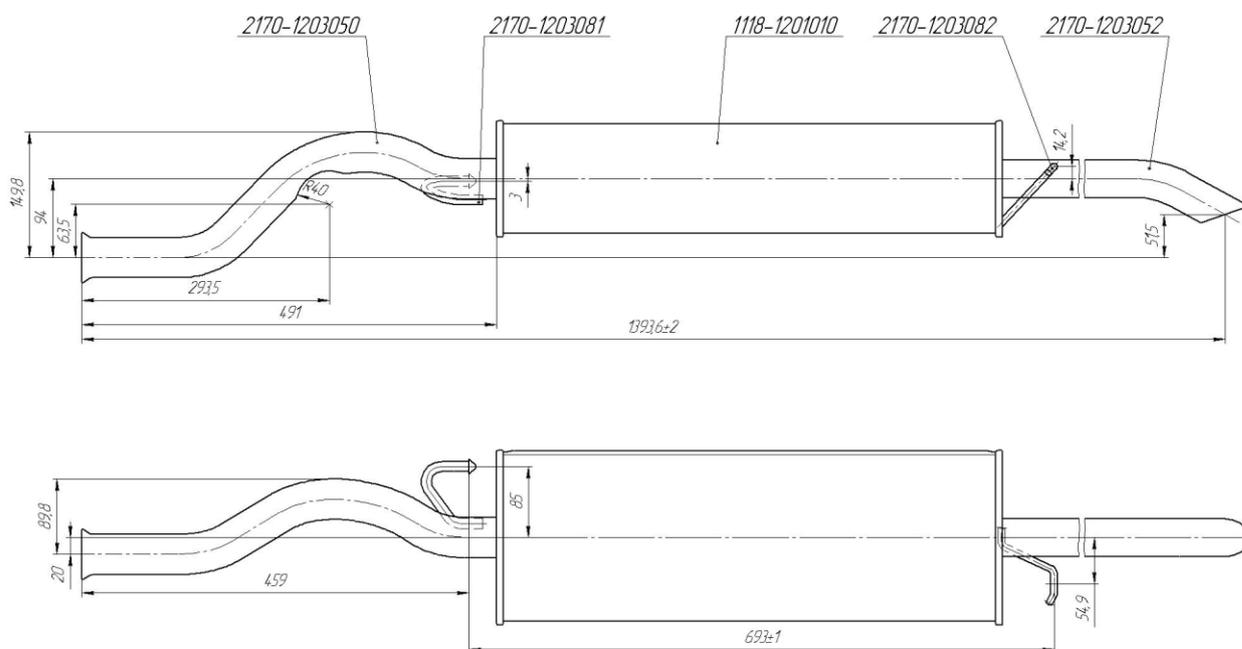


Рисунок 1.1 - Общий вид глушителя.

В процессе эксплуатации глушитель получает различного рода повреждения. Наличие на дорогах ям, выбоин и кочек совершенно не способствует хорошему состоянию автомобиля. Очень часто возникают удары, которые воспринимаются днищем автомобиля. А ведь именно на днище автомобиля располагается глушитель, у большинства современных моделей автомобилей. Понятно, что частые удары о различные препятствия не ведут к сохранению в первоначальном виде системы глушителя.

Постоянные удары и различные царапины ведут к износу глушителя и созданию различного рода повреждений.

Коррозия металла – это повсеместный процесс, который нельзя остановить. Возникновение и разрастание ржавчины ведет к тому, что металлическое изделие теряет свои первоначальные свойства. Железо, под воздействием ржавчины, теряет свою жесткость и становится подвержено различным воздействиям. Ржавчина просто разъедает железо и приводит его в абсолютную непригодность. Глушитель, который находится под днищем автомобиля, очень часто подвергается воздействию воды в различных видах. Именно такое воздействие и вызывает коррозию глушителя. По системе работы, можно считать, что глушитель автомобиля работает в очень агрессивной среде. Прониканию воды способствует и тот факт, что через глушитель проходят выхлопные газы с очень большой температурой. Постоянное нагревание глушителя изнутри и охлаждение снаружи ставит металл, из которого изготавливается глушитель, в очень тяжелые условия работы.

Постоянное воздействие негативных факторов, которые оказывают свое влияние на глушитель, приводит к очень частому отказу в работе глушителя.

Глушитель эксплуатируется в жестких условиях. Воздействие высоких температур и агрессивных газов внутри. Воздействие воды, механические удары извне. Поэтому глушитель или защищают специальными покрытиями, или изготавливают из нержавеющей стали.

Например, для глушителей автомобилей LADA KALINA используют сталь 12X18H10T. Эта сталь относится к аустенитным сталям. Ее применяют для деталей, которые работают при температурах до 600 °С. Например, для сварных аппаратов и сосудов, эксплуатируемых в разбавленных растворах различных кислот, а также в растворах щелочей и солей. Детали, выполненные из стали 12X18H10T могут работать под давлением при температурах от —196 до +600 °С. В агрессивных средах температура эксплуатации до +350 °С.

Содержание химических элементов стали 12X18H10T приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Содержание химических элементов стали 12X18H10T.

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	Ti
до 0,12	до 0,8	до 2	17-19	до 0,02	до 0,035	9-11	до 0,3	0,5-0,7

Механические свойства стали 12X18H10T при T=20°C приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 12X18H10T

σ_B , МПа	σ_T МПа	δ , %	ψ , %	HB
5,2	2	40	55	<180

Основным элементом хромоникелевой стали типа 18-10, обуславливающим высокую коррозионную стойкость, является хром, который обеспечивает способность данной стали к пассивации. Наличие хрома в стали около 18% делает сталь стойкой к воздействию разных сред окислительного характера. Наличие никеля в стали около 9-12% обеспечивает аустенитную структуру. Это гарантирует хорошие технологические свойства стали. Поэтому данную сталь применяют в качестве коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных и криогенных материалов.

Оценим свариваемость материала конструкции. Под свариваемостью понимают комплексную технологическую характеристику металлических материалов. Свариваемость зависит от разных факторов. Главное определение свариваемости регламентировано ГОСТ 29273–92: «Металлический материал считается поддающимся сварке до установленной степени при данных процессах и для данной цели, когда сваркой достигается металлическая целостность при соответствующем технологическом процессе, когда свариваемые детали отвечали

техническим требованиям как в отношении их собственных качеств, так и в отношении их влияния на конструкцию, которую они образуют».

Хотя в научно-технической, справочной литературе и учебниках свариваемость определяют по разному, тем не менее, за основу лучше принять определение свариваемости согласно ГОСТ 29273–92. Оно, кстати говоря, совпадает с определением в международном стандарте ИСО 581–80.

Согласно этому определению свариваемость зависит от четырех переменных факторов: материала, технологии, вида конструкции и ее назначения. С учетом комбинации перечисленных факторов ГОСТ 29273–92 предусматривает возможности конкретного определения понятия свариваемости для каждого случая.

Эксплуатационные характеристики сварных металлоконструкций установлены в соответствующей документации. Сюда могут быть включены показатели, зависящие от назначения и условий эксплуатации сварных металлоконструкций. В том случае, когда эксплуатационные характеристики находятся в пределах, заданных техническими требованиями, то считается что материал можно соединить сваркой или он обладает свариваемостью. Когда нижний предел какого либо технического требования не выдерживается хотя бы по одному эксплуатационному показателю, то данный материал нельзя соединить сваркой, и он не обладает свариваемостью.

При указанном подходе свариваемость материала может быть определена различной в зависимости от того, каково назначение изделия:

- при одних условиях эксплуатации сварное соединение, полученное одним и тем же видом сварки, может быть признано годным, а для других условий эксплуатации может быть признано негодным для эксплуатации;

- материал который нельзя сварить одним видом сварки, может быть сварен другим видом сварки;

- возможен такой вариант конструкции сварного соединения что невозможно получить сварное соединение, значит материал или способ сварки непригоден.

Свариваемость это качественная характеристика и для разных сталей различна. Стали можно классифицировать по свариваемости на 4 группы:

В первую группу относят стали с хорошей свариваемостью. При сварке таких сталей получается качественное соединение получается при обычных режимах и использовании всех видов сварки без применения подогрева.

Вторая группа - стали с удовлетворительной свариваемостью. У таких сталей получение качественного соединения обусловлено применением узкого диапазона режимов и дополнительных мероприятий, например, подогрев свариваемого изделия.

Третья группа - стали с ограниченной свариваемостью. У таких сталей удовлетворительное качество соединений можно получить очень узком диапазоне режимов и с обязательным подогревом до сварки и после сварки. Кроме того, требуется и последующая после сварки термическая обработка.

Четвертая группа - стали с плохой свариваемостью. При сварке таких сталей или после их сварки даже после применения специальных мероприятий образуются трещины, закалочные структуры и т.д.

Аустенитные стали, к которым относится 12X18H10T относятся к первой группе. Они хорошо свариваются дуговой ручной, автоматической и механизированной сваркой. У сварного шва наблюдаются высокие пластические характеристиками и высокая вязкость металла. За счет изменения содержания хрома и никеля, введение различных легирующих примесей и за счет термической обработки можно изменить механические свойства в нужном направлении как свариваемого так наплавленного металла. Кроме того, химический состав таких сталей оказывает влияние на их эксплуатационные характеристики – жаропрочность, коррозионную стойкость в разных средах.

Аустенитный металл шва кристаллизуется в сварочной ванне более крупными первичными кристаллами, металл шва, особенно чистоаустенитный, обладает повышенной склонностью к образованию горячих трещин. На процесс кристаллизации, а значит и на образование горячих трещин существенно влияет форма сварочной ванны. Особенно важным это влияние является при автоматической сварке. Предпочтительно при сварке получить широкую и короткую форму ванны. Это можно достичь уменьшая скорость сварки. Чтобы предупредить чрезмерное увеличение первичных кристаллов необходимо вести сварку дугой малой мощности. Для получения короткой ванны — малые скорости сварки. Поэтому толстый металл следует сваривать в несколько слоев. Оптимальный режим автоматической сварки : сила тока — 600 — 800 А, скорость сварки — 12—20 м/ч.

Оценку стойкости стали к холодным трещинам произведем с помощью эквивалента углерода. Для коррозионно-стойких сталей:

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} > 0,45\%.$$

Свариваемость стали получается удовлетворительная. Содержание углерода в таких сталях ограничивается верхним уровнем, соответствующим 0,22-0,25%. Реже применяются стали с содержанием углерода 0,3-0,4% Необходимыми и основными требованиями, предъявляемыми к свойствам сварных соединений является обеспечение их равнопрочности с основным металлом и отсутствие дефектов в металле шва.

1.2 Анализ способов сварки для ремонтных работ

Проведенный выше анализ показал, что сталь 12X18H10T обладает хорошей свариваемостью, относится к первой группе. Однако с учетом условий эксплуатации выпускной системы автомобиля могут понадобиться дополнительные технологические мероприятия.

Ремонт глушителя производится после того, как он подвергся

воздействию высоких температур и агрессивных сред. Глушитель сравнительно тонкостенное изделие. К ремонтному сварному соединению глушителя предъявляют требования герметичности.

С учетом сформулированной цели работы необходимо выбирать способ сварки для глушителей, обеспечивающий заданные требования по качеству при высокой производительности. Широко распространенная ручная дуговая сварка штучными электродами обладает рядом недостатков. Главный здесь – низкая производительность процесса. Дело в том, что при ручной дуговой сварке процесс зажигания дуги, поддержания длины дуги при заполнении разделки свариваемых кромок, перемещения дуги вдоль кромок и подача электрода в зону сварки по мере его расходования производится сварщиком вручную. Поэтому качество сварного соединения существенно зависит от квалификации сварщика: насколько быстро он зажигает дугу, поддерживает необходимую длину дуги, равномерно перемещает ее вдоль кромок.

Кроме того, в ряде случаев сварщику необходимо выполнять дополнительные движения электрода при сварке, как правило колебательные. Зачастую приходится сваривать шов в различных пространственных положениях. Кроме того, сварщик должен обеспечить проплавление свариваемых кромок с образованием заданного количества наплавленного металла и хорошее формирование шва. Для этого нужно обеспечивать длину дуги, l_d , постоянной, а электрод перемещать по заданной траектории (l_d – расстояние между концом электрода и поверхностью сварочной ванны). Длина дуги зависит от марки электрода, условий сварки и, как правило, находится в пределах $l_d=(0,5\div 1,2)dэ$. Обеспечить постоянство длины дуги может сварщик высокой квалификации, способный подводить электрод к изделию равномерно, по мере расплавления электродного стержня.

Таким образом, сварщик, для получения качественного соединения должен контролировать большое количество параметров технологического процесса, что снижает производительность, качество.

Для устранения указанного недостатка в практике, как правило, выбирают механизированные и автоматические способы сварки, обеспечивающие высокое и стабильное качество сварных соединений

Наибольшее распространение получила механизированная дуговая сварка в защитных газах, применяемая в базовом варианте.

У данного способа существуют многочисленные разновидности, однако его главная особенность в том, что при сварке в зону факела дуги подают газ, состав которого отличается от состава воздуха, рис. 1.3. При этом вокруг факела дуги создается среда, защищающая расплавленный основной и присадочный металл от вредного влияния воздуха.

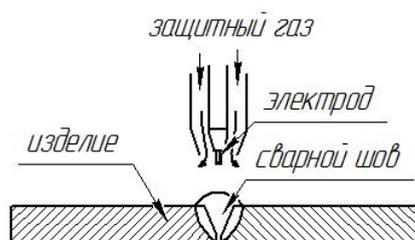


Рисунок 1.3 – Схема сварки неплавящимся электродом в среде защитного газа

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

Для правильного выбора состава защитной среды учитывают химический состав свариваемого металла и его свойства, толщину свариваемых кромок, используемый электрод, а также требования к сварным соединениям. Так, для сварки металлов, обладающих химической активностью используют инертные газы. Смесь инертных активных газов повышает устойчивость дуги, обеспечивает большую глубину проплавления свариваемого металла, уменьшает разбрызгивание металла в случае сварки

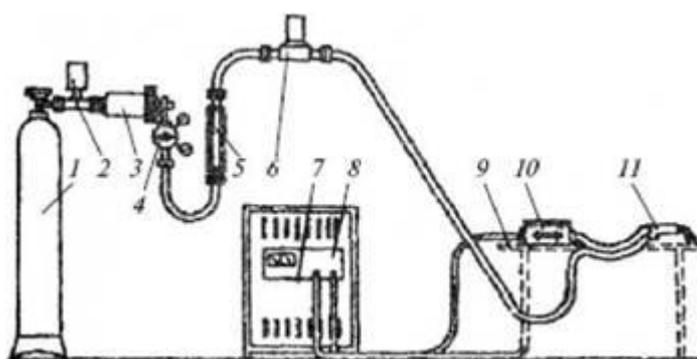
плавящимся электродом, увеличивает скорость, а значит производительность сварки.

Из преимуществ сварки в защитных газах можно выделить следующие: высокая мобильность; высокая скорость сварки; сварку можно выполнять во всех пространственных положениях; можно соединять металл в диапазоне толщин - от миллиметра и менее до десятков миллиметров; оборудование сравнительно простое, дешевое и неприхотливое в эксплуатации; важным является экономия присадки за счет отсутствия т.н. огарка электрода.

Типовой сварочный пост для механизированной сварки в среде защитного газа, способ MIG/MAG, показан на рис. 1.4.

Таким образом, главным недостатком при сварке в среде защитных газов является сложное оборудование. Кроме того, длина шланга ограничена, что накладывает некоторые ограничения на подвижность сварщика.

Для некоторых способов сварки, например, механизированной в среде углекислого газа недостатком является повышенное разбрызгивание и, при сварке нержавеющей стали, образование на поверхности шва плотных и прочно сцепленных с металлом пленок оксидов, что может уменьшить коррозионную стойкость сварного соединения.



1 - баллон с газом; 2 – подогреватель газа; 3 - осушитель; 4 - редуктор;
5 - расходомер (ротаметр); 6 - газозащитный клапан; 7 - источник
питания; 8 - пульт управления; 9- рабочий стол; 10 - подающий механизм; 11
- горелка

Рисунок 1.4 – Пост для сварки в среде защитных газов.

Одним из вариантов механизации технологического процесса сварки является применение порошковой проволоки.

Порошковая проволока это непрерывный электрод, как правило трубчатой, но у него может быть более сложная конструкция, с порошкообразным наполнителем — сердечником. Сердечник может быть выполнен из смеси разнообразных минералов, руд, ферросплавов. В состав сердечника могут быть включены металлические порошки, различные химикаты и другие материалы. Компоненты сердечника, так же как и компоненты электродных покрытий защищают расплавленный металл от вредного влияния воздуха, раскисляют и легируют металл, связывают азот в стойкие нитриды, стабилизируют дуговой разряд и др. Компоненты сердечника должны еще, удовлетворять требованиям, которые предъявляются ко всем сварочным материалам: должно быть обеспечено хорошее формирование сварного шва, шлаковая корка должна легко отделяться, должен обеспечиваться провар основного металла, разбрызгивание металла должно быть минимальным, должны отсутствовать поры, трещины, шлаковые включения и другие дефекты, требуемые механические свойства швов и сварных соединений и т. д.

Порошковые проволоки могут быть использованы для сварки без дополнительной защиты зоны сварки, способ FCAW*NG, а также для сварки в защитных газах, способ FCAW*AG в активных газах и способ FCAW*IG в инертных газах, под флюсом, электрошлаковой. Если проволоку используют для сварки без дополнительной защиты, то она называется самозащитной. Компоненты, которые входят в состав сердечника самозащитной проволоки при нагреве и расплавлении создают в дуге требуемую газовую и шлаковую защиту расплавленного металла. В настоящее время максимальное распространение получили проволоки предназначенные для сварки в углекислом газе, а, также самозащитные проволоки.

Сварка порошковой проволокой может осуществляться во всех пространственных положениях.

Для сварки порошковой проволокой характерной является высокая линейная скорость сварки, 14-20 м/час, для ручной дуговой сварки покрытыми электродами 4-8 м/час. Кроме того имеется возможность форсировать режим сварки. По сравнению с ручной дуговой сваркой производительность наплавки может быть повышена. Расход проволоки, по сравнению с РДС меньше, в среднем на 130%. Кроме того, повышается эффективность работы сварщика, так как нет необходимости останавливать процесс для смены электродов, и отпадает необходимость устранять дефекты возникающие при обрыве дуги.

Для способа характерным является высокая плотность тока, поэтому появляется возможность выплавлять дефекты в предыдущих слоях. Это уменьшает количество дефектов, снижает затраты на ремонт швов. Важным для нашего случая является возможность выполнения швов при высоких значениях скорости ветра за счет особой системы защиты капель расплавленного металла, так и сварочной ванны.

Следует отметить простоту техники сварки порошковой проволокой. Практика показывает, что для переобучения сварщиков 5-6 разряда достаточно 10-12 дней.

К недостаткам следует отнести следующее: высокое разбрызгивание, особенно при сварке на больших токах, что требует использования специальной защиты (кожаные костюмы). Кроме того, процесс сварки сопровождается повышенным аэрозольвыделением.

1.3 Задачи работы

Цель настоящей работы – обеспечение высокого качества и производительности на операции восстановления дефектных глушителей автомобиля LADA KALINA.

Проведенный анализ конструкции выпускной системы, свойств материала, из которого выполняют глушители, возможных вариантов

ремонта позволил рекомендовать для проведения ремонтных работ сварку неплавящимся электродом в среде инертного газа.

Таким образом, сформулируем следующие задачи работы: разработать технологический процесс демонтажа резонатора автомобиля LADA KALINA; разработать технологический процесс восстановления; обеспечить технику безопасности на участке восстановления; выполнить расчет экономической эффективности.

2 Разработка технологии демонтажа резонатора автомобиля

Необходимость произвести ремонт резонатора, несложно определить по некоторым внешним признакам:

изменение уровня шума работающего двигателя, вплоть до экстремального рева;

изменение в тяге и ускорении автомобиля, вследствие падения мощности двигателя;

стойкий запах отработанных газов в салоне;

лужи конденсата под автомобилем;

плавание и скачки холостых оборотов;

нагар и копоть под днищем в районе резонатора.

Первоначальная диагностика, поможет определиться с выбором вариантов по устранению проблем выхлопной системы:

Убрать резонатор в случае нецелесообразности его ремонта и замена его новым, гарантированно исправным узлом.

Разборка выхлопной системы с демонтажем, последующим капитальным ремонтом и реставрацией, как самого резонатора, так и элементов с ним связанных.

Локальный ремонт без снятия резонатора, наиболее дешевый и быстрый способ, однако, это определенно временная мера, рано или поздно требующая выполнения одного из первых двух вариантов.

Перед заменой любого элемента выпускной системы потребуется провести визуальный осмотр днища автомобиля. Для этого необходимо использовать специальный подъемник, эстакаду или «яму» - в зависимости от того, чем оборудовано конкретное предприятие автосервиса.

Если визуальный осмотр контролером предприятия автосервиса подтвердил необходимость ремонта резонатора, следующий этап – комплектация рабочего места инструментом. Могут потребоваться такие инструменты, как:

ключ на 13 рожково-накидного типа;

трещотка или вороток;

глубокие головки на 10 и 13;

зубило или плоская широкая отвертка;

молоток;

плоскогубцы;

ножовка по металлу или машинка шлифовальная угловая оснащенная абразивным диском для снятия прикипевших болтов и гаек.

проникающая смазка WD-40.

Затем начинается подготовительная операция. Сначала производится очистка всех соединений резонатора от грязи и налёта. Применяется ветошь и керосин. После очистки необходимо простучать молотком соединения, чтобы с ними было проще работать. Затем наступает очередь проникающей смазки WD-40. Ее капают на места соединений и дают выдержку 10-15 минут.

После выполнения подготовительных операций начинается операция демонтажа.

Сначала необходимо открутить гайки крепления хомута, соединяющие трубу глушителя и трубу резонатора, рисунок 2.1. Снять хомут.



Рисунок 2.1 – Откручивание гаек крепления хомута

При невозможности открутить гайки срезать их с помощью шлифовальной машинки угловой или ножовки по металлу. После этого хомут отгибается.

Затем легкими постукиваниями по изгибу глушителя необходимо сбить хомут с места соединения с резонатором. Возможен вариант что хомут и без применения молотка легко снимется.

Теперь глушитель следует освободить от крепежа, т. е. снять его с резинок. Их на Ладе Калине две. Первая около задней балки, а вторая — непосредственно около самой выхлопной трубы. Снять сам глушитель.

Теперь демонтаж резонатора. Следует открутить три гайки крепления резонатора к катализатору, рисунок 2.2.

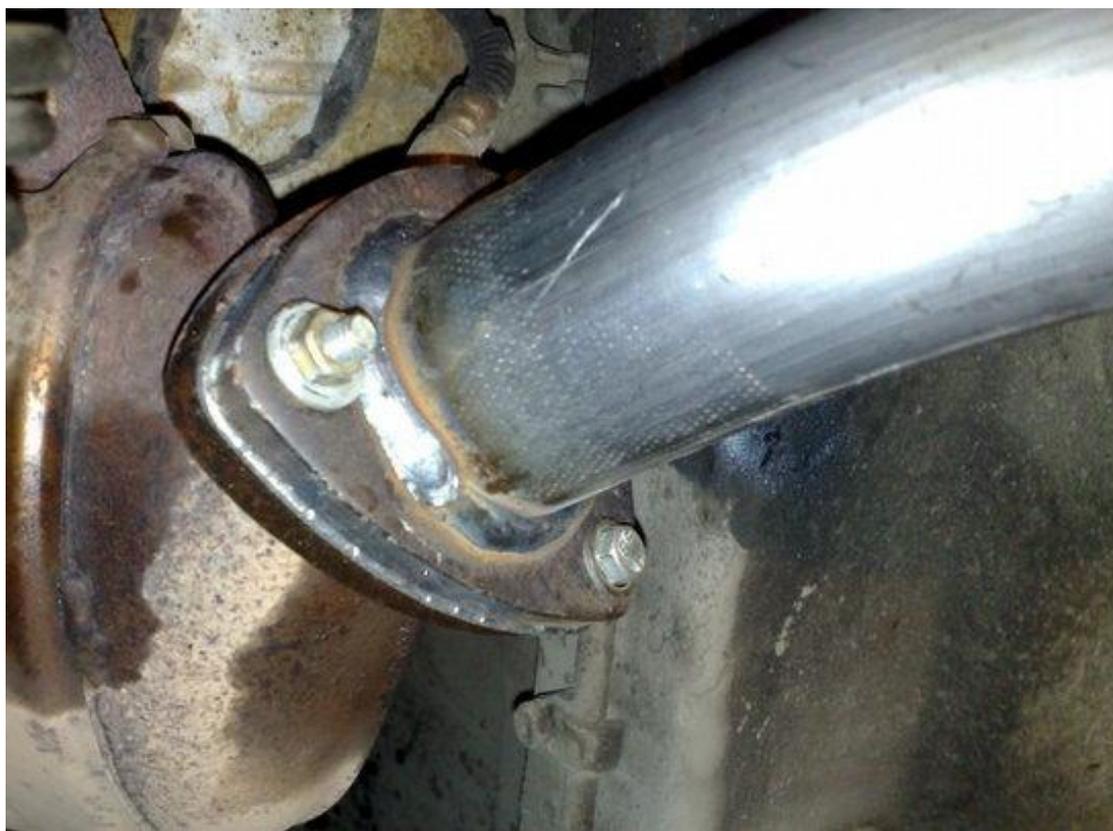


Рисунок 2.2 – Гайки крепления резонатора к катализатору.

Если перечисленные выше мероприятия, смазка, простукивание, не дали результата, следует воспользоваться машинкой угловой шлифовальной или ножовкой по металлу. Если все в порядке - гайки откручиваем не полностью. Далее аккуратно приподнимаем резонатор и снимаем с него заднюю резиновую подушку, а затем и переднюю. После этого, удерживая резонатор, окончательно откручиваем гайки и снимаем пружинные шайбы. Снимаем болты и демонтируем резонатор.

Теперь необходимо выполнить более подробный осмотр резонатора на предмет наличия повреждений и разработать технологию его восстановления.

3 Разработка технологии восстановления

Первая операция технологического процесса ремонта глушителя - очистка от загрязнений. Очистка ремонтируемых деталей и узлов от загрязнений является наиболее характерной и специфической операцией при ремонте. Качество очистки напрямую влияет на производительность труда рабочих, выполняющих ремонт, качество восстановленных деталей, их долговечность и надежность отремонтированных машин в эксплуатации, общий уровень культуры производства ремонтных предприятий.

Для очистки резонатора перед восстановлением предлагается применять препараты МЛ-51 или МЛ-52. Это водный раствор щелочи концентрацией 10...30 г/литр. Температура раствора должна находиться в пределах 75...80 С.

В состав моющего раствора МЛ-51 входят компоненты в таком соотношении: сода кальцинированная – 10 гр/литр; тринатрий фосфат – 18 гр/литр; сода каустическая – 5 гр/литр. Для очистки следует применить установку ММА1. Время очистки в пределах 30...40 минут. После очистки резонатор поступает на стол дефектовщика, который выполняет осмотр деталей с целью выявления дефектов. Обнаруженные дефекты дефектовщик отмечает мелом. После чего резонатор передается на стол, где с ним проводятся подготовительные работы. В случае сквозного дефекта в корпусе резонатора производится зачистка места вокруг дефекта. Зачистка выполняется щеткой металлической, машинкой шлифовальной угловой. В некоторых случаях при наличии рваных краев сквозного отверстия следует применить фрезу коническую абразивную 15A70T258, закрепленную в патроне ручной дрели.

Механическую зачистку производить на расстоянии не менее 20 мм от дефекта. Следующая операция – обезжиривание. Обезжирить зачищенное место с помощью ветоши и ацетона, просушить.

Параллельно с подготовкой резонатора к сварке производится подготовка заплатки. Из нержавеющей стали толщиной 0,8 мм по месту дефекта вырезается заплатка и, с учетом того, что корпус резонатора в сечении имеет эллипсоидальную форму изгибается на вальцах. Для вырезки применять ручные гильотинные ножницы. Для вальцовки применять ручные вальцы.

Подготовленную заплатку установить на место корпуса, контролировать зазоры по периметру, величина зазора между корпусом и заплаткой не более 0,2 мм. Зазор контролировать щупом.

Затем заплатку в 3х-4х местах прихватить. Использовать источник питания ВДГУ-302. Общая схема поста для аргодуговой сварки приведена на рисунке 3.1.

Рисунок

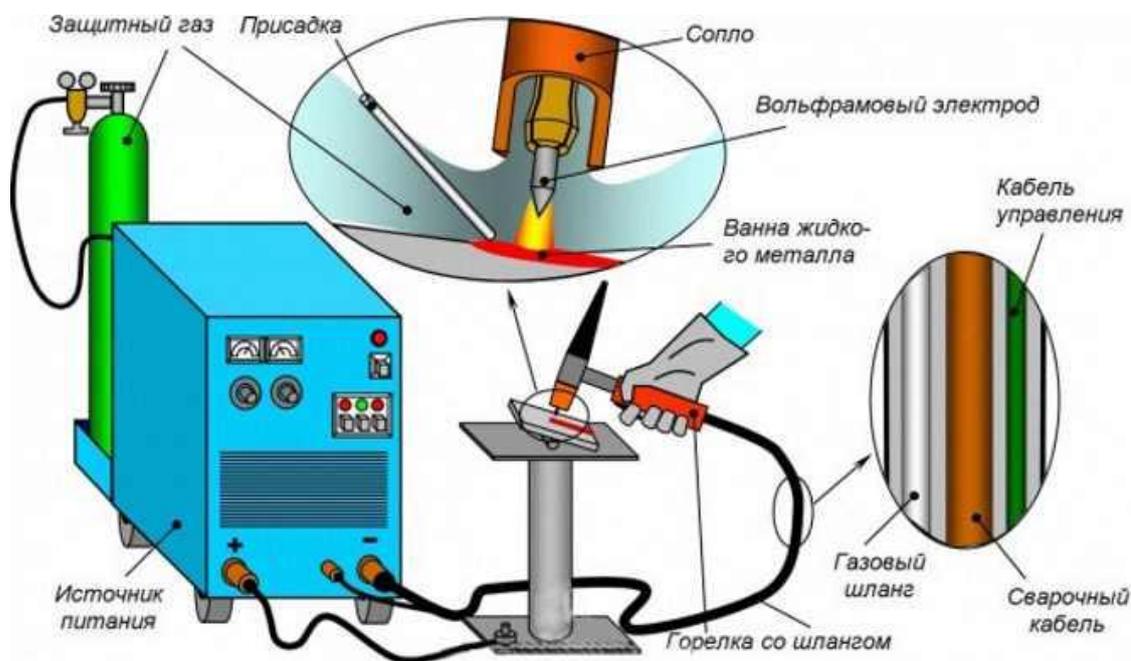


Рисунок 3.1 – Общий вид поста для аргодуговой сварки

Установку УДГУ-302 можно использовать, в том числе, для ручной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов нержавеющей стали на постоянном токе. На данной установке возможна сварка нержавеющей стали в диапазоне толщин 0,5...1,0 мм. Что нас устраивает. К недостаткам установки можно отнести необходимость 3х фазного питания. Диаметр вольфрамовых электродов составляет от 0,8 до 6,0 мм.

В установке предусмотрен высокочастотный возбудитель для бесконтактного возбуждения дуги.

Сила тока при прихватках 150 А, напряжение на дуге 38 В, скорость сварки 60 метров в час. Расход защитного газа 7 л/мин. Ток постоянный, полярность прямая.

После выполнения прихваток производится повторный контроль, после чего проваривается сварной шов по периметру. Выполняется односторонний шов по ГОСТ 14771-76, сварное соединение Н1.

Сила тока при прихватках 180 А, напряжение на дуге 38 В, скорость сварки 60 метров в час. Расход защитного газа 8 л/мин. Ток постоянный, полярность прямая

Контроль восстановленного корпуса резонатора предусмотрен визуальный, не допускаются непровары, трещины. Кроме того, контролируем капиллярным методом, используя набор ДМК-4.

4 Безопасность и экологичность проекта.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.

Тема выпускной работы бакалавра: « Восстановление резонатора глушителя автомобиля LADA KALINA ».

Технологический процесс восстановления резонатора глушителя планируется внедрить на производственном участке, схема которого с установленным на нем технологическим оборудованием показана на рис. 4.1.

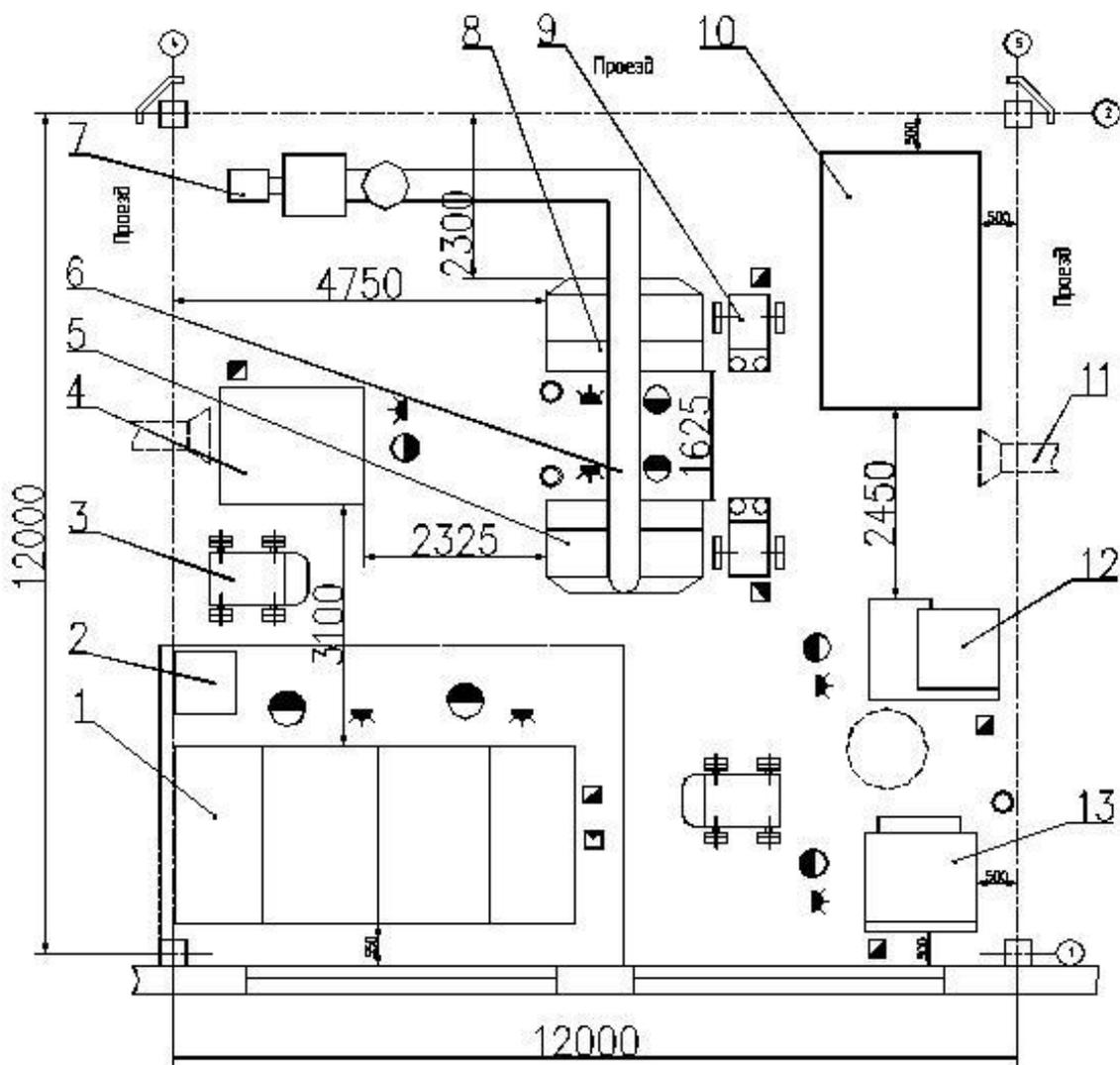


Рисунок 4.1 - Схема участка

Обозначенное на схеме участка технологическое оборудование предназначено для выполнения следующих операций, таблица 4.1.

Таблица 4.1.

Позиция на эскизе участка	Работы, выполняемые операции, при восстановлении	Наименование оборудования, инструмента
1	3	
1	Выявление и классификация дефектов резонатора	Пост дефектации
2	Хранение оборудования, применяемого для дефектации	Шкаф для оборудования
3	Перемещение резонатора между операциями	Тележка инвентарная
4	Изготовление заплата	Валцы
5	Сварка дефектного резонатора	Кабина сварщика
6	Удаление аэрозолей и пыли, образующихся при сварке	Вентиляционные каналы
7	Удаление аэрозолей и пыли, образующихся при сварке	Пылеудаляющий вентилятор
8	Сварка дефектов	Стол для сварки
9	Сварка дефектов	Установка ВДГУ-302
10	Очистка резонатора от загрязнений	Ванна
11	Обеспечение доступа атмосферного воздуха в помещение	Вентиляция приточная
12	Изготовление заплата	Ручные гильотинные ножницы
13	Контроль восстановленного изделия на наличие дефектов	Пост выходного контроля

Проектный технологический процесс сварки дефектного резонатора планируется к внедрению на производственном участке, технологический паспорт которого представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технология	Операция, выполняемые работы	Должность работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Сварка резонатора	Входной контроль сварка	Сварщик изделий из тугоплавких металлов,	Установка ВДГУ-302	Сталь 12Х18Н10Т, дефектный резонатор

4.2 Идентификация профессиональных рисков.

Технологический процесс сварки резонатора сопряжен с опасностями, вызванными различными причинами. Опасности могут привести человека как к временной так и к полной нетрудоспособности [12]. Все зависит от стечения обстоятельств, от интенсивности воздействия.

При сварке резонатора можно выделить следующие опасные и вредные производственные факторы: в воздухе у рабочей зоны повышено содержание озона, оксидов азота и аэрозолей, состоящих преимущественно, из оксидов металлов; повышенная температура поверхностей деталей и узлов фермы; повышенное напряжение в электрической цепи; наличие на производственном участке яркого излучения [16].

Анализ рисков, обусловленных опасными и вредными производственными факторами проведем в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Сварка резонатора, контроль сварных соединений и геометрии изделия.	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях кузова, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенная пульсация светового потока;	Резонатор в сборе, источник питания

4.3 Средства снижения рисков

Приемы и средства уменьшения действия опасных и вредных производственных факторов на рабочих производственного участка рассмотрим в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Средства уменьшения действия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;	Предостерегающие надписи, соответствующая окраска, ограждения.	
2	повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	вентиляция	респираторы
3	повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;		Спецодежда, перчатки
4	повышенная температура воздуха рабочей зоны;	вентиляция	
5	повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;	Заземление электрических машин. Периодический контроль изоляции.	
6	повышенная пульсация светового потока;	Экранирование места сварки щитами,	маска сварщика
7	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях кузова		Перчатки, спецодежда.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка сварки

Пожаром называется неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества, государства [16] .

На участке сварки лазером не исключена вероятность возникновения пожара. Основные классы пожара на участке и сопутствующие пожару опасные факторы приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Ремонтной сварки резонатора	Источник питания сварочной дуги	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожаре

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования, технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Сварка	обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности, проведение учений с производственным персоналом по поводу пожарной безопасности, создание добровольной пожарной дружины.	На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта,	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву,)
Сварка	Источник питания сварочной дуги	газообразные частицы; сажа;	Утечка масла, смазывающего шарниры манипулятора.	упаковка от сварочной проволоки, бумажная, полиэтиленовая; металлолом, преимущественно стальной; бытовой мусор.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Сварка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Установить в систему вентиляции участка фильтры, которые улавливают частицы сажи
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Установка фильтров для исключения проникновения масла в воду

Заключение по разделу

В ходе выполнения данного раздела ВКР были выявлены опасные и вредные производственные факторы при сварке дефектного резонатора выпускной системы автомобиля.

Анализ возможности их устранения показал, что используя стандартные средства обеспечения безопасности и санитарии производства, можно обеспечить безопасность работников сварочного участка при внедрении в производство разработанных в бакалаврской работе технологических решений.

Специальные и дополнительные средства защиты не нужны.

5 Экономическая эффективность проекта

По проектному варианту ремонт дефектного корпуса резонатора осуществляется методом заварки дефекта механизированной сваркой. В базовом варианте восстановление велось ручной дуговой сваркой штучными электродами. Внедрение проектного варианта снизит трудоемкость, облегчит труд рабочего и даст условно-годовую экономию за счет снижения себестоимости восстановления корпуса. Годовой экономический эффект получаем за счет внедрения в проектную технологию более производительного оборудования и за счет этого повышения производительности труда. Сопоставим достоинства и недостатки базовой технологии и предложенной в таблице 5.1.

Расчет производим по изменяющимся операциям (сварка) технологического процесса на один вид дефекта корпуса резонатора.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика вариантов техпроцесса

Базовый вариант	Проектный вариант
Низкая скорость сварки, следовательно, производительность труда низкая	При механизированной сварке сила тока больше и скорость сварки больше.
Остаются огарки электродов	Применяется проволока, огарков нет.

5.1 Исходные данные для расчетов

Таблица 5.2.

№	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Значение	
				Баз. вар.	Пр. вар.
1	2	3	4	5	6
1	Часовая тарифная ставка	Сч	Р/час	51,62	51,62
2	Коэффициент отчислений на доп. з/пл	Кдоп.	%	12	12
3	Коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой	кд.		1,82	1,82
4	Норма амортизации на площади	На.пл.	%	5	5
5	Норма амортизации на оборудование	На	%	18	18
6	Коэффициент отчислений на соц. нужды.	ксо	%	30	30
7	Стоим. эксп. площадей	Сэксп.	(Р/м ²)/год	2000	2000
8	Цена приобретения площадей	Цпл.	Р/м ²	3000	3000
13	Площадь, занимаемая оборудованием	S	м ²	5	7
14	Коэф -т. транспортно-заготовительных расходов	Кт -з	%	5	5
15	Коэффициент затрат на монтаж и демонтаж оборудования	Кмонт. Кдем.		0,2	0,2
16	Цена оборудования	Цоб	Руб.	19800	84120
17	Коэффициент, учитывающий доп. площадь	Кпл.	-	3	3
18	Потребляемая мощность	Муст	кВт	3	7,4
19	Стоимость э-энергии	Цэ-э	Р/ кВт	2,5	2,5
20	Коэф-т полезного действия сварочного оборудования	КПД	-	0,75	0,8
21	Коэф-т выполн. нормы	Квн	-	1,1	1,1

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6
22	Стоимость материала заплаты	Цтр	р/кг	390	-
23	Стоимость присадочного материала (электроды)			450	320
24	Нормативный коэффициент экономич. эффективности	Ен	-	0,33	0,33
25	Цеховые расходы	Кцех	-	2,5	2,5
26	Заводские расходы	Кзав	-	1,8	1,8

5.2 Расчёт норм времени на восстановление резонатора и эффективного времени работы оборудования

Нормы времени рассчитаем по формуле:

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

где $t_{n-з}$ – подготовительно-заключительное время, учитывается в мелкосерийном и единичном производствах, пренебрегаем ;

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

t_b – вспомогательное время $t_b = 5-25\%$ от t_o , в зависимости от особенностей технологического процесса;

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

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

$t_{н.п}$ – время неустранимых перерывов, предусмотренных технологическим процессом, определяется по картам технологического процесса.

По базовому варианту дефектный участок корпуса вырезается и ручной дуговой сваркой приваривается заплата вместо дефектного участка. В проектном – заварка полуавтоматической сваркой.

Таблица 5.3 – Трудоемкость технологического процесса

Вариант	$t_{маш}$	t_b 15%	$t_{обсл}$ 8%	$t_{отл}$ 5%	$t_{н-п}$ 1%	$t_{шт}$
Базовый:	0,1046	0,0156	0,0104	0,0052	0,001	0,1368
Проектный	0,0424	0,0064	0,0042	0,002 1	0,0004	0,0556

5.3 Капитальные вложения в оборудование

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (5.2)$$

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

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

Прямые капитальные вложения определяются по двум сравниваемым вариантам:

$$K_{пр} = \Sigma Ц_{об} * k_з \quad (5.3)$$

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

$k_з$ – коэффициент загрузки оборудования.

Количество единиц оборудования, требуемого, чтобы выполнить принятую программу ремонта резонаторов рассчитывается по формуле:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5.4)$$

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

$t_{шт}$ – штучное время на ремонт одного резонатора, мин.;

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

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

Для этого $n_{об.расчетн}$ округляем до ближайшего целого большего числа.

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$k_з = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.5)$$

Фонд времени работы оборудования можно рассчитать по формуле:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п}) \quad (5.6)$$

где: D_k – общее количество дней в году;

$D_{вых}$ – выходные дни в году;

$D_{пр}$ – праздничные дни в году;

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

S – количество рабочих смен;

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

$$\Phi_{эф} = (365 - 104 - 8) \cdot 8 \cdot 1 \cdot (1 - 0,06) = 1737 \text{ часов}$$

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{1000 \cdot 8,16}{1737 \cdot 60} = 0,078$$

$$n_{об.расчетн.пп} = \frac{1000 \cdot 3,3}{1737 \cdot 60} = 0,031$$

$$k_{зб} = \frac{0,078}{1} = 0,078$$

$$k_{зпр} = \frac{0,031}{1} = 0,031$$

$$K_{прб} = 19800 \cdot 0,078 = 1544,40 \text{ рублей.}$$

$$K_{прпр} = 84120 \cdot 0,031 = 2607,72 \text{ рублей.}$$

Рассчитываем сопутствующие капитальные вложения только для проектного варианта:

$$K_{соп} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} \quad (5.7)$$

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

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

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

$$K_{монт} = \Sigma \Pi_{об} \cdot k_{монт} \quad (5.8)$$

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

$$K_{монт} = 84120 \cdot 0,2 = 16824 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{дем}} = \Sigma C_{\text{об}} \cdot k_{\text{дем}} \quad (5.9)$$

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

$$K_{\text{дем}} = 19800 \cdot 0,2 = 3960 \text{ рублей.}$$

Затраты на площадь, дополнительно требуемую под установку нового оборудования, рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{плоч}} = S_{\text{плоч}} * C_{\text{плоч}} * g * k_z \quad (5.10)$$

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

$$K_{\text{плоч}} = 7 \cdot 3000 \cdot 3 \cdot 0,31 = 19530 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{соп}} = 16824 + 3960 + 19530 = 40314 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{общб}} = 1544,40 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{общпр}} = 2607,72 + 40314 = 42921,72 \text{ рублей.}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование (капитальные вложения на единицу изделия)

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{общ.}}}{N_{\text{пр}}} \quad (5.11)$$

$$K_{\text{удб}} = \frac{1544,40}{1000} = 1,54 \text{ рублей.}$$

$$K_{\text{удпр}} = \frac{42921,72}{1000} = 42,92 \text{ рублей.}$$

5.4 Определение заводской себестоимости

Затраты на материалы для базового и проектного варианта рассчитаем по формуле:

$$ЗМ = C_{\text{м}} * N_{\text{р}} * K_{\text{т-з}}, \quad (5.12)$$

где $C_{\text{м}}$ – цена материала;

$N_{\text{р}}$ – норма расхода материала

$K_{\text{т-з}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Так как по базовому варианту и проектному вырезка заплатки не меняется, то затраты считаем только на вспомогательный материал.

$$а) ЗМб = ЗМвсп,$$

где ЗМвсп – вспомогательные материалы, необходимые для осуществления процесса сварки (затраты на электроды)

$$ЗМбаз = 450 \cdot 0,3 \cdot 1,05 = 737,67 \text{ рублей.}$$

$$б) ЗМпр = ЗМвсп,$$

$$ЗМпр = 320 \cdot 0,15 \cdot 1,05 = 50,40 \text{ рублей.}$$

Расходы на зарплату основных производственных рабочих и отчисления на социальные нужды.

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (5.13)$$

Основная заработная плата.

$$ЗПЛ_{осн} = t_{шт} \cdot Сч \cdot k_{зпл}$$

где Сч – часовая тарифная ставка;

k_{зпл} – коэффициент начислений на основную заработную плату

$$k_{зпл} = k_{нр} \cdot k_{вн} \cdot k_y \cdot k_{нф} \cdot k_H \quad (5.14)$$

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

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

k_y = 1,1 – коэффициент доплат за условия труда;

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

k_H = 1,133 – коэффициент доплат за работу в вечерние и ночные смены

$$k_{зпл} = 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,067 \cdot 1,133 = 1,82$$

$$ЗПЛ_{оснбаз} = 0,1377 \cdot 51,62 \cdot 1,82 = 12,21 \text{ рублей.}$$

$$ЗПЛ_{оснпр} = 0,0556 \cdot 51,62 \cdot 1,82 = 4,69 \text{ рублей.}$$

б) Дополнительная заработная плата

$$Здоп = ЗПЛ_{осн} \cdot k_{доп} / 100 \quad (5.15)$$

где k_{доп} – коэффициент, учитывающий отчисления на дополнительную заработную плату

$$\text{ЗПЛдопбаз} = 12,21 \cdot 12 / 100 = 1,46 \text{ рублей};$$

$$\text{ЗПЛдоппр} = 4,69 \cdot 12 / 100 = 0,56 \text{ рублей.}$$

$$\text{ФЗПбаз} = 12,21 + 1,46 = 13,67 \text{ рублей};$$

$$\text{ФЗПпр} = 4,69 + 0,56 = 5,25 \text{ рублей.}$$

Отчисления на социальные нужды

$$\text{Осн} = \text{ФЗП} \cdot \text{Нсоц} / 100, \quad (5.16)$$

где Нсоц – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды.

$$\text{Оснбаз} = 13,67 \cdot 36 / 100 = 4,92 \text{ рублей.}$$

$$\text{Оснпр} = 5,25 \cdot 36 / 100 = 1,89 \text{ рублей.}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

$$\text{З}_{об} = \text{A}_{об} + \text{P}_{т.р} + \text{З}_{в.тех} + \text{З}_{сж.возд} \quad (5.17)$$

где $\text{A}_{об}$ – амортизационные отчисления на оборудование, руб.;

$\text{P}_{т.р}$ – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

$\text{З}_{в.тех}$ – затраты на воду техническую; $\text{З}_{сж.возд}$ – затраты на сжатый воздух.

Расходы на амортизацию оборудования определяются по формуле:

$$\text{A}_{об.} = \frac{\text{Ц}_{об} * \text{На}_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (5.18)$$

где: $\text{Ц}_{об}$ – цена используемого сварочного оборудования, руб.;

$\text{На}_{об}$ – норма амортизационных отчислений на оборудование, %

$$\text{A}_{обб} = \frac{19800 \cdot 18 \cdot 0,1046}{1737 \cdot 100} = 0,21 \text{ руб}$$

$$\text{A}_{обпр} = \frac{84120 \cdot 18 \cdot 0,0424}{1737 \cdot 100} = 0,36 \text{ руб}$$

Расходы на текущий ремонт оборудования определяются по формуле:

$$\text{P}_{т.р} = \frac{\text{Ц}_{об} * \text{H}_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} \quad (5.19)$$

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

$$P_{т.рб} = \frac{19800 \cdot 35 \cdot 0,078}{1737 \cdot 100} = 0,31 \text{ рублей.}$$

$$P_{т.рпр} = \frac{84120 \cdot 35 \cdot 0,031}{1737 \cdot 100} = 0,52 \text{ рублей.}$$

$$\text{Зоббаз} = 0,21 + 0,31 = 0,52 \text{ рублей.}$$

$$\text{Зобпр} = 0,36 + 0,52 = 0,88 \text{ рублей.}$$

Затраты на электроэнергию

$$Z_{э-э} = \frac{M_{уст} \cdot t_{шт} \cdot Ц_{э-э}}{\text{КПД}} \quad (5.20)$$

где $M_{уст}$ – мощность установки;

$Ц_{э-э}$ – стоимость электроэнергии;

КПД – коэффициент полезного действия.

$$Z_{э-эБ} = \frac{3 \cdot 0,1046 \cdot 2,5}{0,7} = 1,12 \text{ руб}$$

$$Z_{э-эПР} = \frac{7,4 \cdot 0,0424 \cdot 2,5}{0,8} = 0,98 \text{ руб}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию площадей

$$Z_{плоч} = \frac{Ц_{плоч} \cdot S_{плоч} \cdot Ha_{плоч} \cdot t_{шт}}{\Phi_{эф} \cdot 100 \cdot 60} \quad (5.21)$$

где: $Ц_{плоч}$ – цена 1 м^2 производственной площади, руб.;

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

$S_{плоч}$ – площадь, занимаемая сварочным оборудованием, м^2 ;

$$Z_{ПЛЬ} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 0,1368}{1737 \cdot 100} = 0,05 \text{ руб}$$

$$Z_{ПЛПР} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 0,0556}{1737 \cdot 100} = 0,03 \text{ руб}$$

Технологическая себестоимость

$$C_{\text{ТЕХ}} = 3М + \Phi 3П + \text{Осн} + 3_{\text{Об}} + 3_{\text{Пл}} + 3_{\text{Э-э}} \quad (5.22)$$

$$C_{\text{ТЕХБ}} = 77,67 + 13,67 + 4,92 + 0,52 + 0,05 + 1,12 = 97,95 \text{ рублей.}$$

$$C_{\text{ТЕХП}} = 50,40 + 5,25 + 1,89 + 0,88 + 0,03 + 0,98 = 79,90 \text{ рублей.}$$

Цеховая себестоимость

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.23)$$

где $P_{\text{ЦЕХ}} = k_{\text{ЦЕХ}} \cdot 3_{\text{Осн}}$

$K_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент цеховых расходов

$$C_{\text{ЦЕХБАЗ}} = 97,95 + 2,5 \cdot 12,21 = 97,95 + 30,52 = 128,47 \text{ рублей,}$$

$$C_{\text{ЦЕХП}} = 79,90 + 2,5 \cdot 4,69 = 79,90 + 11,73 = 91,64 \text{ рублей.}$$

Заводская себестоимость

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot 3_{\text{Осн}} \quad (5.24)$$

где $K_{\text{ЗАВ}}$ – коэффициент заводских расходов

$$C_{\text{ЗАВБАЗ}} = 128,47 + 1,8 \cdot 12,21 = 128,47 + 21,98 = 150,45 \text{ рублей,}$$

$$C_{\text{ЗАВП}} = 91,64 + 1,8 \cdot 4,69 = 91,64 + 8,44 = 100,07 \text{ рублей.}$$

5.5 Калькуляция заводской себестоимости ремонта корпуса емкости

Таблица 5.4.

№ п/п	ПОКАЗАТЕЛИ	Усл. обоз.	Калькуляция, руб	
			Базов	Проект
1	Материалы	М	77,67	50,4
2	Фонд оплаты труда	ФЗП	13,67	5,25
3	Отчисления на соц. нужды	Осн	4,92	1,89
4	Расходы на оборудование	Зоб	0,52	0,88
5	Затраты на площади	Зпл	0,05	0,03
	Себестоимость технологическая	Стех	97,95	79,90
6	Расходы цеховые	Рцех	30,52	11,73
	Себестоимость цеховая	Сцех	128,47	91,64
7	Расходы заводские	Рзав	21,98	8,44
	Себестоимость заводская	Сзав	150,45	100,07

5.6 Показатели экономической эффективности разрабатываемой технологии.

Показатель снижения трудоемкости

$$\Delta t_{\text{ШТ}} = \frac{t_{\text{ШТБ}} - t_{\text{ШТПР}}}{t_{\text{ШТБ}}} \cdot 100\%$$

$$\Delta t_{\text{ШТ}} = \frac{0,1368 - 0,0556}{0,1368} \cdot 100\% = 59,36\%$$

Показатель повышения производительности труда

$$П_{\text{T}} = \frac{100 \cdot \Delta t_{\text{ШТ}}}{100 - \Delta t_{\text{ШТ}}}$$

$$П_{\text{T}} = \frac{100 \cdot 59,36}{100 - 59,36} = 146,06\%$$

Показатель снижения себестоимости

$$\Delta C_{\text{ЗАВ}} = \frac{C_{\text{ЗАВБ}} - C_{\text{ЗАВПР}}}{C_{\text{ЗАВБ}}} \cdot 100\%$$

$$\Delta C_{\text{ЗАВ}} = \frac{150,45 - 100,07}{150,45} \cdot 100\% = 33\%$$

Условно-годовая экономия (ожидаемая прибыль)

$$ПР_{\text{ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{У.Г.}} = (C_{\text{ЗАВБ}} - C_{\text{ЗАВПР}}) \cdot П_{\text{T}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{У.Г.}} = (150,45 - 100,07) \cdot 1000 = 50380 \text{ рублей.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K_{\text{ДОП}}}{\mathcal{E}_{\text{УГ}}}$$

$$T_{\text{ОК}} = \frac{42921}{50380} = 0,85 \text{ года}$$

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{\text{Г}} = [(C_{\text{ЗАВБ}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УДБ}}) - (C_{\text{ЗАВПР}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УДПР}})] \cdot П_{\text{T}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{Г}} = [(150,45 + 0,33 \cdot 1,54) - (100,07 + 0,33 \cdot 42,92)] \cdot 1000 = 49015 \text{ рублей.}$$

Выводы по разделу

При внедрении проектной технологии трудоемкость снижается на 59,36%, производительность труда повышается на 146,06%.

Для внедрения проектной технологии необходимы дополнительные капитальные вложения в размере 42921,72 руб., они окупятся через 0,85 года. Годовой экономический эффект с учетом дополнительных капитальных вложений составит 49015 руб.

Следовательно, предлагаемая технология экономически эффективна и подлежит внедрению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ базового технологического процесса сварки дефектного резонатора показал, что присущие ему недостатки обусловлены применением способа сварки с низкой степенью механизации и автоматизации.

Предложено применить механизированную сварку, чтобы производительность и качество восстановленного резонатора были на должном уровне.

Разработан технологический процесс восстановления механизированной сваркой.

Применение механизированной сварки по предложенной технологии позволяет повысить производительность труда, снизить затраты на вспомогательные материалы.

Предполагается получить годовой экономический эффект в размере 49015 руб. Цель проекта достигнута

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.
2. Ключев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Ключев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
3. Думов С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов [Текст] / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.
4. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
5. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с.
6. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
7. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
8. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
9. Пейсахов А. М. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для студентов немашиностроит. специальностей вузов / А. М. Пейсахов, А. М. Кучер. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Изд-во Михайлова В. А., 2004. - 406 с.
10. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
11. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.

12. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
13. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
14. Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений трубопроводов и аппаратов, работающих под давлением / П. М. Корольков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1987. - 233 с.
15. Кривцун И. В., Шелягин В. Д., Хаскин В. Ю., Шулым В. Ф., Терновой Е. Г. Гибридная лазерно-плазменная сварка алюминиевых сплавов // Автоматическая сварка, 2007, № 5, с.49-53
16. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
17. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
18. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
19. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
20. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник [Текст] / Р. А. Фахрутдинов – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
21. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
22. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.

23. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
24. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.