

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки)

«Современные технологические процессы изготовления деталей в машиностроении»

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технология и оборудование для восстановления головки блока цилиндров
автомобиля «Калина»

Обучающийся

Решенин Г.Д.

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Старший преподаватель Селянин П.Н.

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Применение алюминиевых сплавов в машиностроении имеет широкое распространение и занимает второе место после конструкционных сталей. Кроме того, области применения этих сплавов продолжают расширяться.

В рамках выпускной работы была поставлена цель повышения качества и снижения себестоимости ремонтной сварки деталей автомобиля, используя головку блока цилиндров автомобиля Лада Калина в качестве примера. После изучения вопроса были рассмотрены различные варианты ремонтной сварки, и было принято решение использовать сварку неплавящимся электродом. Для достижения этой цели были определены задачи проекта:

- 1) Разработка технологии восстановительной сварки детали неплавящимся электродом;
- 2) Выбор оборудования и расчет режимов для реализации предлагаемой технологии;
- 3) Обеспечение безопасности и экологичности проекта;
- 4) Расчет экономической эффективности по предлагаемой технологии.

Пояснительная записка состоит из 53 страниц, включает 14 таблиц, 13 иллюстраций и библиографический список из 33 наименований источников. Графическая часть состоит из 6 листов формата А1.

Abstract

Title of the graduation thesis: "Repair of the cylinder block head of Lada Kalina".

The graduation thesis consists of an introduction, four parts, a conclusion, tables, a list of literature including foreign sources, and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

This final project focuses on the repair welding process of cylinder blockheads. It covers the essential steps, tools, and equipment required. The types of welding, materials used, and quality control methods for welded joints are explained in detail. The project also discusses common problems encountered during repairs and their solutions. Finally, recommendations are provided for selecting the appropriate welding method for a particular task. The objective of this project is to enhance the quality and decrease the cost of repairing automotive parts through welding.

In addition, ways to ensure the safety of personnel during the implementation of the developed technological process in the presence of dangerous and harmful production factors were presented.

Содержание:

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. Анализ современного состояния ремонтной сварки головок блока цилиндра из алюминиевых сплавов.....	7
1.1 Описание конструкции, условий эксплуатации и характера возникающих дефектов.....	7
1.2 Базовая технология ремонтной сварки	9
1.3 Обоснование выбора способа ремонтной сварки	12
1.4 Формулировка задач выпускной квалификационной работы	17
2. Проектная технология ремонтной сварки деталей из алюминиевого сплава... 19	
2.1 Описание подготовительных операций.....	19
2.2 Описание сварочных операций.....	20
2.3 Описание сварочных материалов	21
2.4 Описание сварочного оборудования.....	23
Выводы по второму разделу:.....	25
3. Безопасность и экологичность технического объекта	26
3.1 Сущность технологического процесса	26
3.2 Идентификация профессиональных рисков	27
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	28
3.4 Обеспечение пожарной безопасности.....	30
3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	32
3.6 Заключение по разделу безопасность и экологичность технического объекта выпускной квалификационной работы бакалавра	33
4 Экономическое обоснование предлагаемых решений	34
4.1 Исходные данные для проведения экономических расчётов	34
4.2 Оценка фонда времени работы технологического оборудования.....	35
4.3 Расчёт штучного времени.....	37
4.4 Расчёт заводской себестоимости вариантов технологии.....	39
4.5 Оценка капитальных затрат по базовой и проектной технологиям	44
4.6 Расчёт показателей экономической эффективности	46
Выводы по экономическому разделу	48
Заключение.....	49
Список используемой литературы	50

ВВЕДЕНИЕ

В наше время автомобиль стал неотъемлемой частью жизни большинства людей, предоставляя возможность перемещаться на большие расстояния, экономить время и упрощать жизнь. Однако, как и любое техническое устройство, автомобиль нуждается в ремонте и обслуживании, чтобы продолжать исправно функционировать. Особенно часто возникают проблемы с головкой блока цилиндра, которая является одной из самых важных деталей двигателя. Головка блока цилиндра отвечает за герметичность цилиндров и распределение газов, а ее поломка может привести к неправильной работе двигателя или даже остановке его работы. В данной работе мы рассмотрим процесс ремонта головки блока цилиндра автомобиля Лада Калина, одного из наиболее популярных автомобилей в России, и расскажем о причинах ее поломки и методах ремонта.

При возникновении проблем с головкой блока цилиндра, в первую очередь необходимо обратиться к специалистам для проведения диагностики и определения причин поломки. Однако, часто замена или ремонт головки блока цилиндра является достаточно сложной и трудоемкой процедурой, требующей высокой квалификации и опыта. В случае замены головки блока цилиндра, необходимо выбрать качественные и надежные запчасти, чтобы не допустить повторной поломки. При ремонте головки блока цилиндра, необходимо провести комплексную проверку и замену всех деталей, которые могут повлиять на ее работу, а также провести тщательную сборку и настройку двигателя. В любом случае, своевременная замена или ремонт головки блока цилиндра является необходимым условием для обеспечения нормальной работы автомобиля Лада Калина и сохранения его эксплуатационных характеристик.

При замене головки блока цилиндра необходимо учитывать, что это довольно сложный процесс, который требует высокой квалификации и опыта. Поэтому не стоит пытаться заменить ее самостоятельно, особенно если у вас нет соответствующего образования и опыта работы с двигателями. Кроме того, при

замене головки блока цилиндра необходимо выбирать качественные запчасти, чтобы избежать повторной поломки. При ремонте же головки блока цилиндра следует провести комплексную проверку всех деталей, которые могут повлиять на ее работу, таких как прокладки, клапаны, поршни и т.д., и заменить их при необходимости. Также необходимо тщательно собрать и настроить двигатель после ремонта головки блока цилиндра. В любом случае, своевременная замена или ремонт головки блока цилиндра является необходимым условием для обеспечения нормальной работы автомобиля Лада Калина и сохранения его эксплуатационных характеристик.

Цель работы по ремонту головки блока цилиндра заключается в восстановлении работоспособности двигателя автомобиля, который был вышедший из строя или неисправен. Этот процесс включает в себя тщательную диагностику, ремонт и замену неисправных деталей, а также настройку и тестирование двигателя на специальном оборудовании. Главная цель такой работы - обеспечить надежную и безопасную работу автомобиля, а также продлить срок его эксплуатации. Кроме того, ремонт головки блока цилиндра может значительно снизить затраты на эксплуатацию автомобиля, поскольку позволяет избежать покупки нового двигателя или автомобиля в целом. Важно также отметить, что качественный ремонт головки блока цилиндра может улучшить характеристики двигателя и повысить его мощность, что является дополнительным преимуществом данной работы.

1. Анализ современного состояния ремонтной сварки головок блока цилиндра из алюминиевых сплавов

1.1 Описание конструкции, условий эксплуатации и характера возникающих дефектов

На рисунке 1 изображена головка блока цилиндров автомобиля ВАЗ-1119, которая является важным элементом двигателя внутреннего сгорания и выполняет несколько функций, таких как формирование камеры сгорания, подача топливной смеси и отвод отработавших газов. Головки цилиндров выполняют различные задачи на разных этапах работы двигателя, такие как нагнетание давления в рокеры и компенсаторы, открытие клапанов, воспламенение топливной смеси и отвод отработавших газов. Кроме того, в головке блока цилиндров имеются каналы для циркуляции охлаждающей жидкости, которые поддерживают оптимальную температуру двигателя.

Кроме того, на головке блока цилиндров установлены датчики давления масла и температуры, которые контролируют работу двигателя и сообщают об изменениях в системе смазки. В случае неисправности головки блока цилиндров может произойти утечка масла или охлаждающей жидкости, что может привести к серьезным повреждениям двигателя.



Рисунок 1 – ГБЦ ВАЗ-2119

В головке блока цилиндров автомобиля Лада Калина могут возникать различные дефекты, такие как трещины, прогары и пробоины. При обнаружении трещин на рубашке охлаждения можно воспользоваться методом заварки, однако прогары и пробоины на стенках камер сгорания требуют замены всей головки блока цилиндров. В случае обнаружения трещин на перемычке между клапанными гнездами, между гнездами и вставками камеры сгорания, или около отверстий для штанг толкателей или шпилек крепления, их можно устранить путем сварки. Важно своевременно обращаться в ремонтную службу, чтобы предотвратить дальнейший рост дефектов и избежать увеличенного износа двигателя.

Кроме того, головка блока цилиндров может иметь проблемы с уплотнительными элементами, такими как прокладки или маслосъемные колпачки. Если они изношены или повреждены, это может привести к утечке масла или охлаждающей жидкости, что негативно скажется на работе двигателя. Поэтому при замене головки блока цилиндров необходимо также заменить все уплотнительные элементы. Кроме того, при монтаже головки блока цилиндров необходимо соблюдать правильный затяжной момент болтов и последовательность затяжки, чтобы избежать деформации или повреждения головки.

Также при замене головки блока цилиндров необходимо проверить состояние клапанов и заменить их при необходимости. Также следует проверить состояние поршней и кольцевых уплотнений, чтобы избежать проблем с компрессией двигателя. При монтаже головки блока цилиндров также необходимо обеспечить правильную подачу масла и охлаждающей жидкости, чтобы избежать перегрева или недостаточной смазки двигателя. Все эти меры помогут сохранить работоспособность двигателя и продлить его срок службы.

1.2 Базовая технология ремонтной сварки

Для ремонтной сварки используется специальный ремонтный сварочный пост, который оснащен сварочным аппаратом, воздушным насосом и источником питания, как показано на рис.2.

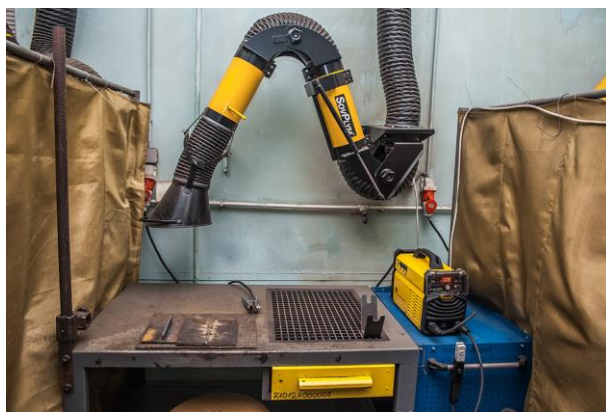


Рисунок 2 - Ремонтный сварочный пост

Перед ремонтной сваркой проводится дефектовка, включающая в себя внешний осмотр с использованием специальных инструментов и приборов. После этого детали маркируются в соответствии с их состоянием: зеленым маркером - для годных к эксплуатации деталей, желтым - для деталей, требующих ремонта, и красным - для деталей, которые не подлежат восстановлению и должны быть утилизированы. Детали, помеченные желтым маркером, направляются на участок ремонтной сварки, где используется специальный ремонтный сварочный пост с неплавящимся электродом.

Подготовка поверхностей компонентов перед реставрацией включает обезжиривание. Для этого используется 10%-ный водный раствор гидроксида натрия, который обрабатывается при температуре 60°C или 70°C в течение 1 часа. Заготовка погружается в раствор на 3 минуты, за это время оксидная пленка на поверхности удаляется.

За это время оксидная пленка удаляется с поверхности. Затем происходит следующее. Затем заготовку промывают под проточной водой, чтобы смыть оставшуюся щелочь и продукты реакции окисления. Щелочь и продукты реакции удаляются. Затем детали сушат сжатым воздухом.

«Перед началом сварки необходимо тщательно очистить поверхность заготовки металлической щеткой. Щетки должны быть изготовлены из нержавеющей стали и иметь диаметр не более 0,15 мм. Не следует использовать шлифовальные круги, так как они могут привести к забиванию стружки и глубоким царапинам на поверхности, что может стать источником пор.»[32]

Рекомендуется также протирать детали сухой ветошью перед сваркой. Если сварка не будет выполнена в течение 5-6 часов после подготовки, необходимо повторно очистить поверхность заготовки.

Если вы использовали металлическую щетку для очистки детали, не забудьте протереть ее сухой ветошью. После этого сварка должна быть выполнена в течение 5-6 часов, иначе детали нужно повторно очистить перед сваркой. Важно предварительно подготовить трещину перед ремонтной заваркой, чтобы избежать ее дальнейшего распространения. Газовая горелка может быть использована для определения границ трещин, однако необходимо избегать нагрева деталей выше 150°C.

После проверки края трещины просверлите отверстие, расположив центр сверла на расстоянии 3-5 мм от края трещины. Диаметр сверла должен составлять 5 мм. Для разделки трещины используйте подрезку зубилом. В случае отсутствия трещин глубина подреза должна быть на 3 мм больше глубины трещины.

Для проведения ремонтной сварки применяют переменный ток и аргон в качестве инертного газа. Для электрода, который не плавится, можно использовать чистый вольфрам или вольфрамовые электроды, содержащие лантаноиды. Использование электрода с лантанидами повышает сопротивление электрода и может увеличить сварочный ток на 15%.

Перед началом ремонтной сварки заточите кончик электрода в квадратный конус и зашлифуйте под углом 60° у основания и на расстоянии, в 2-3 раза превышающем диаметр электрода.

Для сварки была применена проволока АК9h в качестве присадки. Для выполнения ремонтных работ использовались проволоки диаметром 3 мм и 4 мм, а параметры сварки приведены в таб.1. В качестве источника питания использовался УДГУ-351, изображенный на рис.3.

Номер режима	Ток, А	Диаметр проволоки, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Расход аргона, л/мин
1	140	3	2	10
2	150	4	2	10
3	170	4	3	12

Таблица 2 – Характеристики, необходимые для проведения ремонтной сварки алюминиевых деталей.



Рисунок 3 – Источник питания УДГУ-351

Если вы использовали металлическую щетку для очистки детали, необходимо протереть ее сухой ветошью, прежде чем выполнять сварку. Если прошло более 5-6 часов, детали нужно повторно очистить перед сваркой. Важно предварительно подготовить трещину перед ремонтной заваркой, чтобы избежать ее распространения. Газовая горелка может быть использована для определения границ трещин, однако необходимо избегать нагрева деталей свыше 150°C.

После проверки качества необходимо удалить излишки металла с посадочной поверхности седла сварного шва. Затем следует обработать наружный диаметр с небольшим запасом. После сверления следует измерить внутренний диаметр и выбрать подходящую посадочную полость, чтобы обеспечить правильный зажим при запрессовке.

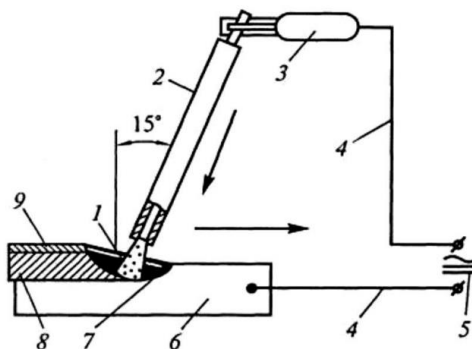
Если головка блока цилиндров перегревается в процессе эксплуатации или в результате сварочных работ, это может привести к искривлению разъёма «головка-блок цилиндра». В таком случае необходимо выполнить фрезерование плоскости. Однако при этом может измениться высота головки блока цилиндров, что создаст опасность столкновения клапанов с поршнем. Чтобы избежать этого, необходимо подрезать торцы стержней клапанов и «занизить» фаски седел и клапанов. После этого следует произвести контроль качества работы и готовность изделия к дальнейшей эксплуатации.

1.3 Обоснование выбора способа ремонтной сварки

Для выбора подходящего метода реконструктивной сварки важно учитывать множество аспектов. В числе них - цена приспособления и его управляемость, переносимость, эффективность, качество шва, внешний вид изделия после восстановления и условия труда сварщика в окружающей среде.

На рисунке 5 изображен электрод с покрытием, который работает на постоянном токе. Для создания сварочной дуги используется выпрямитель, который обладает характеристиками падения напряжения. При сварке алюминия

применяется короткая дуга с углом наклона электрода в пределах 60° - 90° . Для выполнения ремонтной сварки необходимо предварительно нагреть заготовку до температуры 150 - 200°C



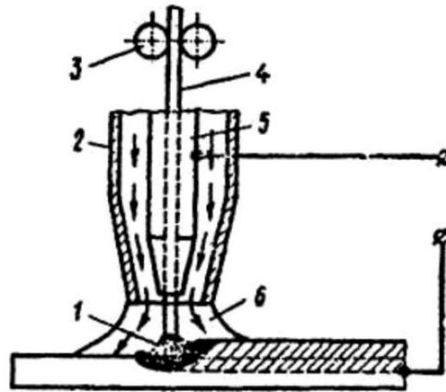
1 – сварочная дуга; 2 – электрод; 3 – электрододержатель, 4 – сварочные провода; 5 – источник питания; 6 – свариваемая деталь; 7 – сварочная ванна; 8 – сварной шов; 9 – шлаковая корка

Рисунок 5 – Схема способа сварки покрытыми электродами

Ремонтная сварка деталей из алюминиевых сплавов должна выполняться только в нижнем положении, так как другие положения не подходят для этого процесса. После сварки необходимо очистить детали от шлака и брызг расплавленного металла при помощи скребка, зубила или пневматической фрезы.

Ручная дуговая сварка имеет преимущества, такие как легкость использования оборудования и высокую подвижность. Однако, недостатками этого метода являются значительное разбрызгивание электродного металла и увеличение зоны термического влияния. Опыт сварщика влияет на качество ремонтной сварки, а обнаружение и устранение дефектов может снизить производительность этого метода.

Специальные высоковольтные импульсные источники питания были созданы для механизированной сварки деталей из алюминиевых сплавов. Они способны разрушать оксидную пленку, как представлено на рисунке 6.



- 1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3 – подающие ролики;
 4 – электродная проволока; 5 – токоподводящий мундштук; 6 – защитный газ

Рисунок 6 - Схема механизированной сварки плавящимся электродом в инертном газе

При сварке алюминиевых сплавов важно обеспечить защиту от окисления и загрязнения металла. Для этого используются специальные газы, такие как аргон или гелий, которые создают защитную атмосферу вокруг сварочной дуги. Это позволяет сохранить чистоту металла и предотвратить появление дефектов на поверхности сварного шва. Кроме того, при сварке алюминия необходимо учитывать его высокую теплопроводность, что может привести к быстрому остыванию металла и появлению трещин. Для решения этой проблемы используются специальные методы нагрева и контроля температуры в зоне сварки. Все эти факторы важны для получения качественного сварного соединения из алюминиевых сплавов.

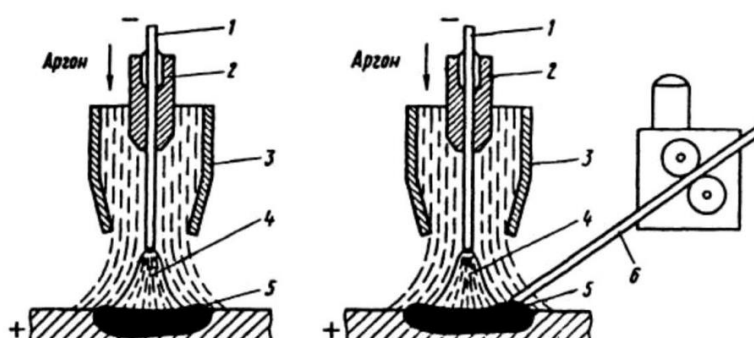
Хотя сварка алюминиевых сплавов механизированным способом обладает немного более низким качеством, чем сварка неплавящимся электродом, производительность увеличивается примерно в три раза. Сварка алюминиевых сплавов с применением механизации требует особого подхода, включающего использование обратной полярности постоянного тока и возможное появление петель при использовании алюминиевой проволоки из-за ее большой мягкости, возможное застревание проволоки в токосъёмнике из-за расширения алюминиевых

сплавов при нагреве и необходимость увеличения скорости подачи алюминиевой проволоки из-за быстрого плавления.

«Применение механизированной сварки алюминиевых сплавов имеет множество преимуществ. Во-первых, она обеспечивает гораздо более высокую производительность, чем сварка неплавящимся электродом. Во-вторых, качество шва не зависит от квалификации сварщика, что отличает ее от ручной дуговой сварки. Наконец, механизированная сварка обеспечивает лучшую защиту шва.»[30]

Кроме того, при сварке расходуемым электродом требуется постоянная замена электрода, что увеличивает затраты на производство. В свою очередь, сварка неплавящимся электродом позволяет получать более качественные сварные швы с высокой прочностью и надежностью. Этот метод также обладает более высокой производительностью и экономичностью, поскольку не требует частой замены электрода.

На рисунке 7 изображено использование неплавящегося электрода для сварки, при которой металл нагревается и расплавляется благодаря горячей дуге между деталью и вольфрамовым электродом. Для защиты от воздействия окружающей среды применяются аргон, гелий или их смесь. Добавление присадочного металла осуществляется вручную. «Источник переменного тока питает сварочную дугу, что приводит к удалению окисной пленки с поверхности детали.»[31]



1 – электрод; 2 – зажим электрода; 3 – сопло; 4 – дуга; 5 – сварочная ванна;
6 – присадочный стержень

Рисунок 7 – Схема сварки неплавящимся электродом

Для сварки неплавящимся электродом необходимо установить правильный угол между электродом и изделием. Он должен составлять около 70-80°, чтобы обеспечить правильное направление сварочной дуги и равномерное распределение тепла. Между проволокой и электродом угол должен быть около 90°, чтобы обеспечить правильную подачу присадочной проволоки. Длина дуги должна быть в диапазоне 1,5-2,5 мм, чтобы обеспечить стабильность сварочного процесса и предотвратить возможные дефекты сварного шва.

При подаче подающего стержня необходимо использовать короткий возвратно-поступательный движение. Сварщик должен касаться края сварочной ванны и затем вытягивать его вверх и вниз. Это позволяет обеспечить равномерную подачу присадочной проволоки и предотвратить ее перекос. Не рекомендуется использовать перекрестное колебание присадочного прутка и электрода, так как это может привести к неравномерности распределения тепла и возникновению дефектов сварного шва.

«Важно контролировать размер сварочной ванны и правильно настроить расход защитного газа. Это позволяет исключить попадание воздуха в зону горения сварочной дуги и обеспечить высокое качество сварки. Защитный газ следует начинать подавать за 3-5 секунд до зажигания сварочной дуги и прекращать через 7 секунд после ее обрыва. Это позволяет обеспечить надежную защиту сварочной зоны и предотвратить возможные дефекты сварного шва.»[29]

Сварка неплавящимся электродом имеет ряд преимуществ, таких как высокое качество сварки, хороший внешний вид изделия и высокие механические свойства металла шва. Однако этот метод требует высокой квалификации сварщика, тщательной подготовки поверхности детали и присадочной проволоки, а также имеет низкую производительность. Поэтому для массового производства часто используются другие методы сварки.

Для ремонта алюминиевых деталей можно также использовать лазерную сварку, которая обеспечивает точный контроль глубины проникновения, скорости и мощности сварки благодаря высокой направленности и узкой ширине лазерного

луча. Автоматизированные системы управления контролируют и корректируют процесс сварки в режиме реального времени, обеспечивая высокую точность и повторяемость сварочных операций.

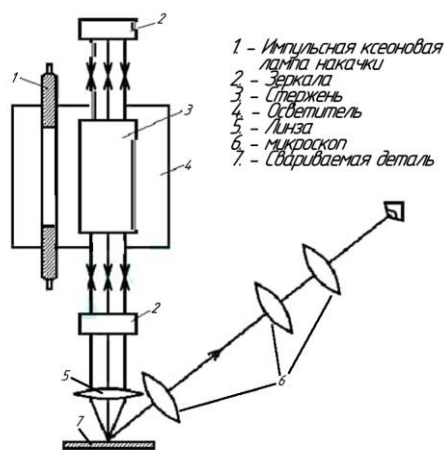


Рисунок 9 – Схема лазерной сварки

Сварка лазером сваркой имеет ряд преимуществ. Во-первых, высокая скорость сварки. Во-вторых, дает минимальное влияние на окружающую среду и материал, который сваривается.

В числе недостатков этого метода являются востребованность опыта и квалификации сварщика, чтобы обеспечить правильную технологию сварки, а также, а также данный способ имеет высокую стоимость оборудования и технологии. Аргонодуговая сварка неплавящимися электродами рекомендуется в процессе проектирования.

1.4 Формулировка задач выпускной квалификационной работы

Целью данной выпускной квалификационной работы является повышение эффективности и качества сварки при ремонте головок цилиндров двигателя автомобиля ВАЗ -1119

Изучив дефекты головки блока цилиндров, было установлено, что значительное количество трещин может быть исправлено путем сварки.

Однако у основного варианта процесса сварки покрытым электродом есть недостатки. Во-первых, недостатками являются большое разбрызгивание электродного металла и увеличенная зона термического влияния. Качество ремонтного шва зависит от опыта сварщика, а производительность этого метода низкая и может быть еще больше снижена из-за необходимости поиска и устранения дефектов.

Исходя из анализа преимуществ и недостатков каждого метода, которые ранее были исследованы, мы предлагаем использовать аргонодуговую сварку неплавящимся электродом для разработки проектной технологии.

Сварка неплавящимся электродом идеально подходит для ремонта деталей из алюминия, данный метод позволяет избежать окисления металла, что часто происходит при других методах сварки. Окисление может привести к образованию дефектов в сварочном шве и ухудшить качество ремонта. Кроме того, она создает небольшой термический влияние на окружающий металл, что позволяет сохранить его структуру и свойства. Это особенно важно при работе с алюминием, которое может легко деформироваться и изменять свои свойства при повышенной температуре. В целом, сварка неплавящимся электродом является одним из наиболее эффективных и точных методов для ремонта деталей из алюминия, что делает его популярным среди специалистов в этой области.

Для достижения поставленной цели следует решить задачи:

- разработать технологический процесс ремонтной сварки деталей из алюминиевых сплавов с применением аргонодуговой сварки;
- выполнить выбор оборудования и назначить параметры режима сварки;
- идентифицировать опасные и вредные производственные факторы
- провести экономические расчёты, доказывающие эффективность внедрения результатов выпускной квалификационной работы.

2. Проектная технология ремонтной сварки деталей из алюминиевого сплава

2.1 Описание подготовительных операций

Перед сваркой алюминиевых деталей следует тщательно очистить сварочную проволоку и заготовку от масла, жира, влаги и оксидной пленки.

Однако наличие тугоплавкой оксидной пленки на поверхности детали является основным препятствием при сварке алюминиевых сплавов, так как снижает механические свойства металла шва и эксплуатационные характеристики ремонтируемой детали. Чтобы избежать этого, необходимо удалить оксидную пленку и создать на поверхности детали искусственную защитную пленку, которая сохраняется в течение 12 часов и не мешает процессу сварки.

Перед восстановлением детали ее необходимо обезжирить, используя 10%-ный раствор гидроксида натрия. Замачивание в водном растворе занимает примерно 2-3 минуты для удаления оксидной пленки с поверхности. Затем детали следует промыть холодной проточной водой, чтобы удалить остатки щелочи и продукты реакции. Наконец, их следует высушить сжатым воздухом.

Для механической очистки поверхности детали перед сваркой рекомендуется использовать металлическую щетку из нержавеющей стали с диаметром щетин не более 0,15 мм. Это позволяет удалить все видимые загрязнения, включая окислы и жиры, которые могут снизить качество сварного соединения. Шлифовальные круги не рекомендуется использовать для зачистки поверхности детали перед сваркой, так как они могут оставить на поверхности микротрещины и царапины, которые могут привести к образованию дефектов в сварном соединении.

После очистки детали металлической щеткой, необходимо протереть её сухой ветошью. Если сварку не проводят в течение 6 часов, детали должны быть повторно очищены перед сваркой.

Если трещина не будет подготовлена перед заваркой, то существует вероятность ее дальнейшего распространения внутри детали. Для подготовки трещины необходимо провести визуальный осмотр, чтобы определить ее концы. Для этого можно использовать газовую горелку, но не следует нагревать деталь выше 150 °С.

Для подготовки трещины необходимо сверлить концы диаметром 5 мм на расстоянии 5 мм от конца трещины. Для разделки нужно использовать зубило. Если трещина не проходит сквозь деталь, то разделку нужно проводить на глубину, превышающую глубину залегания трещины на 3 мм.

2.2 Описание сварочных операций

Существует несколько различий между методами ремонтной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и обычной сваркой неплавящимся электродом. Во-первых, аргонодуговая сварка позволяет получить высококачественные сварные швы с меньшим количеством дефектов и пористости. Это особенно важно при заварке трещин в головках цилиндров, где наличие дефектов может привести к серьезным поломкам.

Во-вторых, сварочная горелка может быть направлена на деталь со стороны, наиболее удобной для расположения дефекта, что позволяет выбрать наиболее подходящий метод сварки для данного места дефекта.

Параметры сварки могут быть установлены в соответствии с литературными данными, как показано в таблице 3.

Таблица 3 – Ориентировочные режимы аргонодуговой сварки алюминия

b, мм	Способ сварки	dэ, мм		I _{св} А	U _{св} м/ч	Примечание
		Неплавящийся электрод	Присадочная проволока			
6	Ручная	3	3	180	12	Сварка на весу
10	Механизованная	8	2	430	30	Сварка без разделки, на подкладке

Сварка дефектной детали выполняется в следующей последовательности: очистка поверхности свариваемых деталей от загрязнений и окислов, зажигание дуги между электродом и свариваемой деталью, плавление электрода и его подача к свариваемым деталям для формирования сварного шва

2.3 Описание сварочных материалов

«Для ремонтной аргонодуговой сварки используются электроды из алюминиевых сплавов, которые обладают высокой производительностью. Применение алюминиевых электродов позволяет увеличить ток сварки на 15%.» [33]

Перед началом сварки, конец электрода необходимо очистить до конуса с углом при основании 60° и заточить на расстояние 2-3 диаметров электрода.

Для защиты зоны сварки от воздуха используется качественный аргон, соответствующий стандарту ГОСТ 10157-79. Аргон поставляется в баллонах объемом 6,2 м³, под давлением 15 МПа, которые должны быть окрашены в серый цвет. Внешний вид баллона для аргонового газа показан на рисунке 11.



Рисунок 11 – Баллон для аргона, укомплектованный поплавковым ротаметром и редуктором

Авторы предложили проволоку для использования в качестве припоя. Её состав указан в таблице 4. При сварке алюминиевых сплавов необходимо избегать образования крупных зерен, так как это может привести к появлению трещин и горячих трещин.

Для того, чтобы избежать данного явления, можно улучшить свойства припойной проволоки путем добавления циркония или титана. Эти элементы являются необходимыми для обеспечения качественного сварного соединения, и выбор припойной проволоки осуществляется с учетом металлургической совместимости с материалами, которые будут свариваться.

При использовании припойной проволоки в процессе сварки, можно обеспечить механическую прочность зоны сварного шва. Припойные материалы также играют важную роль в модификации первичной структуры затвердевания сварного соединения, что помогает предотвратить дефекты.

«Кроме того, припойные материалы обладают высокой пластичностью и позволяют компенсировать разницу в коэффициенте линейного расширения между материалами, что снижает напряжения в зоне сварного соединения.»[33]

Таблица 4 – Концентрация химических элементов в проволоке, предназначенной для ремонтной сварки компонентов, изготовленных из алюминиевых сплавов.

Основные компоненты				Примеси, не более		
Al	Si	Cr	Zr	Fe	Zn+Sn	Cu
Остальное	5-6	0,9-1,2	0,9-1,2	0,6	0,1	0,2

2.4 Описание сварочного оборудования

Источник УГДУ-351 (рис. 12), разработанный в Тольяттинском государственном университете, может быть использован в качестве источника питания для аргодуговой сварки.

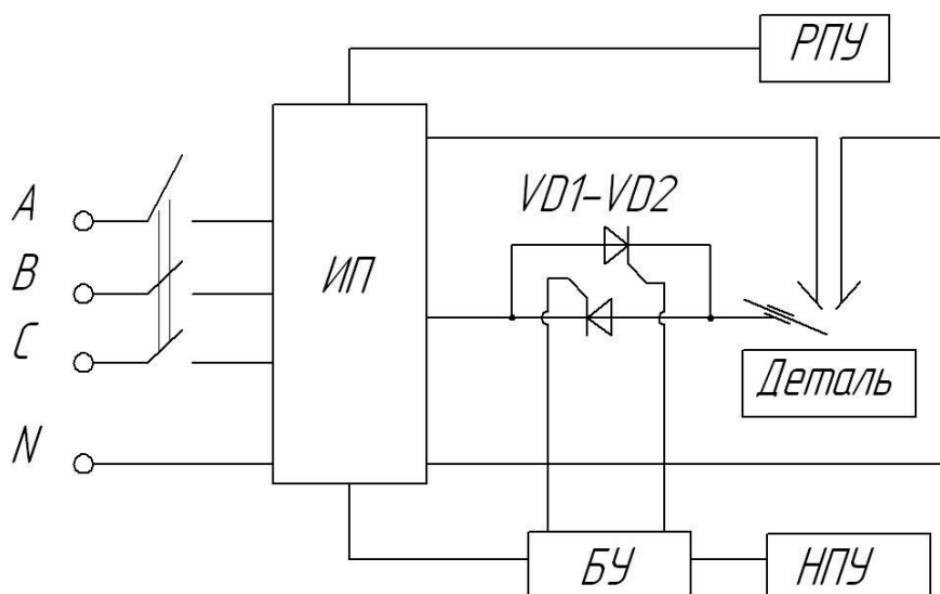


Рисунок 12- Источник питания для аргодуговой сварки алюминиевых деталей

Этот источник может изменять ток в широком диапазоне от 135 А до 550 А, поскольку вольтамперная характеристика круто изгибается при изменении расстояния между первичной и вторичной обмотками.

Данный источник способен изменять ток в широком диапазоне от 135 А до 550 А благодаря крутому изгибу вольтамперной характеристики при изменении расстояния между первичной и вторичной обмотками. Для правильной

регулировки сварочного тока в цепь питания сварочной проволоки (рис. 13) добавляются тиристорные регуляторы VD1 - VD2, которыми управляет БУ.



ИП – источник питания, БУ – блок управления, РПУ – ручной пульт управления, НПУ – ножной пульт управления, VD1-VD2 – тиристорный регулятор тока

Рисунок 13 – Блок-схема сварочного поста

Управление источником питания может осуществляться с помощью ручного пульта дистанционного управления или ножного пульта управления. Ручные блоки управления используются для настройки и контроля параметров сварки

Время включения/выключения промежуточной фазы, подключенной к присадочной проволоке, можно регулировать с помощью ножного регулятора. Ножное управление позволяет контролировать работу сварочного аппарата, даже если руки сварщика заняты. Для сварки используется горелка АГНИ 03/07м. Эта горелка поддерживает ток дуги 180 А и позволяет сваривать в различных положениях, а также дает высокое качество сварки благодаря точной регулировке тока и напряжения. Присадочную проволоку подают в зону сварки вручную.

Выводы по второму разделу:

Данная выпускная квалификационная работа направлена на улучшение производительности и качества ремонтной сварки ГБЦ ВАЗ-1119.

Для достижения этой цели был проведен анализ различных методов ремонтной сварки алюминиевых сплавов, а после изучения плюсов и минусов каждого из методов, было решено использовать аргонодуговую сварку неплавящимся электродом в качестве основы для создания технологии проекта. Для этого можно использовать источник УГДУ-351 и сварочную горелку АГНИ 03/07м. Чтобы добиться успеха в этом, необходимо определить опасные и вредные факторы на производстве и предложить способы их устранения.

В дополнение к этому, в четвертой главе будет произведен анализ экономических показателей, подтверждающий выгоду применения разработанных в рамках выпускной работы технологических решений в масштабном производстве.

3. Безопасность и экологичность технического объекта

3.1 Сущность технологического процесса

Цель данной работы заключается в улучшении качества и эффективности ремонтной сварки головки блока цилиндров двигателя ВАЗ-1119, путем исследования различных методов сварки деталей из алюминиевых сплавов. При анализе проблем головки блока цилиндров было обнаружено, что основная причина проблем - трещины, которые могут быть устранены с помощью сварки. После изучения преимуществ и недостатков каждого метода, был выбран метод сварки неплавящимся электродом для создания проектной технологии. Изменение технологического процесса может вызвать появление новых вредных факторов, которые негативно влияют на здоровье работников и окружающую среду. Мы проведем анализ этих факторов и предложим меры для уменьшения их воздействия до безопасного уровня.

Таблица 5 – «Технологический паспорт объекта» [6]

«Наименование операции технологического процесса»	«Наименование должности работника, выполняющего данную операцию»	«Технологическое оборудование, применяемое для выполнения операции»	«Вспомогательные материалы и вещества, применяемые на операции» [4]
Подготовка дефектных участков	Слесарь-сборщик	1) сверлильный станок 2) дробеструйная камера 3) щетка металлическая 4) компрессор 5) машина моечная	1) ацетон 2) вода техническая 3) моющий раствор
Заварка дефектных мест	Электрогазосварщик	1) сварочная горелка 2) источник питания	1) аргон 2) сварочная проволока
Контроль качества	Дефектоскопист	1) контрольный стол 2) твердомер 3) штангенциркуль 4) дефектоскоп 5) лупа	1) масло 2) кисть

3.2 Идентификация профессиональных рисков

Для обеспечения безопасности персонала и окружающей среды при реализации проектной технологии необходимо провести идентификацию опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации технологического оборудования. В таблице 6 приведены перечень и анализ этих факторов, которые могут привести к производственным травмам и развитию профессиональных заболеваний у работников. Для уменьшения влияния этих факторов до допустимого уровня необходимо принять соответствующие технологические и организационные мероприятия.

Таблица 6 – «Идентификация профессиональных рисков» [6]

	Опасные элементы производства	Оборудование вызывающие опасные элементы производства.
Подготовка дефектных участков	Риски, связанные с режущими кромками и выступами на инструментах и деталях, механическим воздействием на большие движущиеся части техники и вероятностью прохождения электрического тока через человека.	Машина моечная, дробеструйная камера, щетка металлическая
Заварка дефектного места	Опасности, связанные с острыми краями и заусенцами на инструментах и деталях, механическим воздействием на крупные движущиеся части технического оборудования, загрязнением воздуха пылью и газом, возможностью получения электрического удара, а также высокой температурой поверхностей деталей, инфракрасным и ультрафиолетовым излучением.	-

Продолжение таблицы №6

	Опасные элементы производства	Оборудование вызывающие опасные элементы производства.
Контроль качества	Остроконечные и режущие элементы на инструментах и деталях, механическое взаимодействие с крупными подвижными частями оборудования, избыточная концентрация пыли и газов в воздухе рабочего места, а также излучение ультразвука.	

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Была проведена идентификация производственных факторов, которые могут создавать риски для здоровья работников.

На основе этого анализа были разработаны стандартные технологические и организационные меры для каждого из этих факторов, чтобы устранить или снизить их воздействие до безопасного уровня.

Таблица 7 – «Технологические и организационные мероприятия по снижению профессиональных рисков» [6]

Опасный и или вредный производственный фактор	Средства и приемы, применяемые для защиты от опасных или вредных факторов в рабочей среде, включая организационные и технические меры.	Средства индивидуальной защиты работника
наличие на инструментах и деталях острых кромок и режущих заусенцев	Установка на оборудовании и ограждениях соответствующие предупреждающие знаки, а также проводить регулярный инструктаж о технике безопасности на производстве, чтобы подчеркнуть важность ее соблюдения.	Спецодежда

Продолжение таблицы 7

Опасный и или вредный производственный фактор	Средства и приемы, применяемые для защиты от опасных или вредных факторов в рабочей среде, включая организационные и технические меры.	Средства индивидуальной защиты работника
механические взаимодействие с массивными движущимися частями технологического оборудования	Для предотвращения возможных рисков для работников, связанных с контактом с движущимися частями оборудования, необходимо установить ограждения в опасных зонах, а также разместить предупреждающие знаки и маркировку на оборудовании, ограждениях и конструкциях.	Спецодежда
превышение уровня загрязнения воздуха рабочей зоны по пыли и газам	Гарантировать эффективную очистку воздуха на рабочей территории и установку общей вентиляционной системы, которая обеспечит поступление свежего воздуха на рабочее место.	средства индивидуальной защиты дыхательных путей
опасность прохождения через человека повышенных значений электрического тока	Необходимо установить на технологическом оборудовании защитное заземление и устройства защитного отключения, а также регулярно информировать работников о мерах безопасности труда и проводить измерения сопротивления изоляции и заземления.	Спецодежда
нагрев поверхности деталей до высоких температур	Обучение сотрудников правилам безопасности на производстве и увеличение автоматизации основных и вспомогательных процессов.	Спецодежда
ультразвуковое излучение	Соответствующие предупреждающие знаки и таблички на оборудовании, ограждениях и сооружениях	Спецодежда

3.4 Обеспечение пожарной безопасности

При реализации проектной технологии возможны опасные факторы пожара, которые могут угрожать персоналу и имуществу предприятия. Для обеспечения безопасности необходимо разработать меры по предотвращению возникновения пожара и предусмотреть средства для его быстрого устранения. В таблице 8 представлены определенные опасные факторы, а в таблице 9 - технологические решения для обеспечения пожарной безопасности на основе анализа этих факторов.

Таблица 8 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара» [6]

Обозначение производственного участка	Перечень имеющегося на участке оборудования	Классификация пожара по виду горящего вещества	Перечень опасных факторов, возникающих при пожаре	Перечень вторичных опасных факторов, возникающих при пожаре
Участок ремонтной сварки деталей машин	Стеллажи, источники питания сварочной дуги, сварочные полуавтоматы, сварочные тракторы, оборудование для обнаружения неисправностей,	Пожар, вызванный воспламенением или горением веществ, или материалов в электроустановках с электроприводом.	Быстрое повышение температуры внутри и снаружи площадки, образование токсичных веществ и угарного газа при сгорании, а также аэрозолей, снижающих видимость внутри и снаружи площадки.	Короткие замыкания в оборудовании, находящемся под высоким напряжением;

Таблица 9- «Технические средства обеспечения пожарной безопасности» [6]

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.
Емкость с песком, переносные огнетушители	Пожарные автомобили (вызываются)	Нет необходимости	Нет необходимости	Нет необходимости	План эвакуации	Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Кнопка оповещения

Таблица 10 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» [6]

Наименование участка	Наименование видов, реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Участок ремонтной сварки головки блока цилиндров	Инструктаж сотрудников производственного участка по технике безопасности при замыкании электрических цепей или возгорании и действиям к устранению происшествий	На площадке должно быть достаточное первичное противопожарное оборудование, контур заземления должен регулярно проверяться на изоляцию и сопротивление, а для уменьшения распространения искр необходимо установить защитные экраны.

3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Применение технологий проекта может привести к профессиональным рискам и неблагоприятному воздействию на окружающую среду, особенно на атмосферу, гидросферу и литосферу. В данном разделе экологические опасности, возникающие при внедрении технологий проекта, анализируются в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 – «Идентификация опасных и вредных экологических факторов при реализации рассматриваемого технологического процесса»[6]

Анализируемый технологический процесс	Операции, осуществляемые в рамках технологического процесса	Факторы, отрицательно влияющие на атмосферу	Факторы, отрицательно влияющие на гидросферу	Факторы, отрицательно влияющие на литосферу
Ремонтная сварка деталей машин	Подготовительные, монтажные, сборочные и контрольные работы	Частицы и газы, выбрасываемые в атмосферу во время работы технического оборудования.	попадание в воду машинного масла	Загрязнение почвы промышленными отходами.

Таблица 12 – «Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду» [6]

Наименование технического объекта	Участок ремонтной сварки деталей машин
Меры по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Для обеспечения безопасности и эффективности гидравлических систем очень важно использовать специальные фильтры, задерживающие вредные выбросы. Это не только защищает окружающую среду, но и продлевает срок службы оборудования.
Меры по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Для предотвращения утечки машинного масла из гидравлической системы технического оборудования необходимо проводить регулярные проверки. При обнаружении утечки необходимо немедленно устранить ее.
Меры по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу.	На рабочей площадке необходимо установить контейнеры для селективного сбора отходов, образующихся в процессе сварки. Рабочие должны пройти обучение для обеспечения соблюдения мер по утилизации отходов.

3.6 Заключение по разделу безопасность и экологичность технического объекта выпускной квалификационной работы бакалавра

Для обеспечения безопасности и эффективности работы гидравлической системы необходимо регулярно проверять ее на наличие утечек и использовать специальные фильтры, которые помогут собрать вредные выбросы. Это не только сохранит окружающую среду, но и продлит срок службы оборудования.

При оценке экологической пригодности проектной технологии были учтены негативные последствия ее реализации на атмосферу, гидросферу и литосферу. В разделе предложенных мероприятий описаны действия, которые позволят соответствовать экологическим стандартам, установленным природоохранными организациями для данного предприятия.

4 Экономическое обоснование предлагаемых решений

4.1 Исходные данные для проведения экономических расчётов

Цель выпускной квалификационной работы заключается в улучшении производительности и качества ремонтной сварки головки блока цилиндров. Базовый метод сварки с использованием неплавящегося электрода в инертной газовой среде имеет недостатки, такие как низкая производительность по сравнению с механизированной сваркой, высокие требования к квалификации сварщика и сложности в подготовке поверхности детали и присадочной проволоки. В результате анализа достоинств и недостатков каждого метода сварки, было предложено использовать сварку неплавящимся электродом. Для этого необходимо применить источник УДГТ-315 и сварочную горелку АГНИ 03/07м, разработанные в Тольяттинском государственном университете.

Кроме того, необходимо провести экономические расчеты, чтобы доказать эффективность внедрения результатов работы в массовое производство. Данные о базовом и проектном методах сварки представлены в таблице 13 и помогут обосновать выбор предлагаемых решений.

Таблица 13 – Данные по базовой и проектной технологиям для выполнения экономических расчётов

Наименование параметра экономической характеристики	Условное обозначение в расчётах	Единица измерения	Значение параметра экономической характеристики	
			Базовая технология	Проектная технология
«Число рабочих смен в сутках	$K_{см}$	-	1	1
Разряд работников	P	-	V	V
Часовая тарифная ставка	$Cч$	Р/час	300	300
Коэффициент доплат	$K_{доп}$	%	12	12
Коэффициент отчислений на дополнительную ЗП	$K_{д}$	-	1,88	1,88
Коэффициент отчислений на социальные нужды	$K_{сн}$	%	30	30

Продолжение таблицы 13

Коэффициент выполнения нормы	$K_{ВН}$	-	1,1	1,1
Стоимость оборудования	$Ц_{об}$	Руб.	300 тыс.	800 тыс.
Норма амортизации оборудования	K_a	%	21,5	21,5
Мощность оборудования	$M_{уст}$	кВт	10	10
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{Т-з}$	%	5	5
Стоимость электрической энергии	$Ц_{э-э}$	Р/ кВт	3,02	3,02
Коэффициент полезного действия	$K_{ПД}$	-	0,7	0,7
Коэффициент затрат на монтаж и демонтаж оборудования	$K_{мон}$ $K_{дем}$	%	3	5
Площадь под оборудование	S	m^2	100	100
Стоимость эксплуатации площадей	$C_{эксп}$	(Р/ m^2)/год	2000	2000
Цена производственных площадей	$Ц_{пл}$	Р/ m^2	30000	30000
Норма амортизации площади	На.пл.	%	5	5
Коэффициент дополнительной производственной площади	$K_{пл}$	-	3	3
Коэффициент эффективности капитальных вложений	E_n	-	0,33	0,33
Коэффициент цеховых расходов	$K_{цех}$	-	1,5	1,5
Коэффициент заводских расходов» [4]	$K_{зав}$	-	1,15	1,15

С использованием информации из таблицы 13 выполните расчет экономических показателей базового и проектного вариантов процесса.

4.2 Оценка фонда времени работы технологического оборудования

Использование технологического оборудования, как в базовом, так и в проектном вариантах, требует оплаты в виде затрат на труд. Эти затраты включают в себя время, которое необходимо для эксплуатации оборудования, и оказывают влияние на стоимость помещения и амортизацию оборудования.

Базовый вариант технологии и проектный вариант предполагают одинаковое финансирование по времени и поэтому будут рассчитаны в данном разделе.

«Размер временного резерва, в течение которого происходит работа сварочного оборудования, задействованного в технологическом процессе, по основным и конструктивным возможностям можно определить по формуле» [28]:

где «Тсм – продолжительность рабочей смены в часах» [28];

«Др – общее число рабочих дней в календарном году» [28];

«Дп – планируемое количество предпраздничных дней в календарном году» [28];

«Тп – планируемое сокращение длительности рабочей смены в часах в предпраздничный день» [28];

$$F_n = (D_p \cdot T_{см} - D_n \cdot T_n) \cdot K_{см} . \quad (1)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$F_n = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2209 \text{ ч.}$$

При расчётах следует запланировать потери рабочего времени, которые составляют $B = 7 \%$, таким образом, эффективный фонд рабочего времени уменьшится на 7%:

«Расчет эффективного фонда наработки сварочного оборудования, участвующего в выполнении операций технологического процесса по основным и конструктивным возможностям, можно определить по формуле» [28]:

$$F_э = F_n(1 - B/100). \quad (2)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$F_э = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054 \text{ ч}$$

4.3 Расчёт штучного времени

Единое время для проектных и основных технических вариаций определяет расход фондов рабочего времени оборудования на одно задание. Величина штучного времени на технические варианты определяется по данным нормирования труда и техническим графикам.

«Общее время на выполнение сварочной операции технологического процесса по базовому и проектному вариантам выполним с использованием формулы» [28]:

«где $t_{шт.}$ – штучное время – объём времени в часах, которое будет затрачено работниками на выполнение всех операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [28]:

« $t_{осн}$ – основное время - количество времени в часах, которое сотрудники затрачивают на выполнение основной операции технологического процесса в соответствии с основными и проектными возможностями. Определяется по формуле» [28]:

$$t_{шт} = t_{маш} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отд} + t_{п-з} \quad (3)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$t_{шт.баз} = 1 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 1,21 \text{ ч.},$$

$$t_{шт.проектн.} = 0,7 \cdot (100\% + 10\% + 5\% + 5\% + 1\%) = 0,874 \text{ ч.}$$

«Расчет годовой программы сварочных работ по рассматриваемому технологическому процессу по основному и конструктивному вариантам возможен по формуле» [28]:

$$П_2 = F_3 / t_{шт.} \quad (4)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$P_{г.баз.} = 2054/1,21 = 1700 \text{ за год,}$$

$$P_{г.проектн.} = 2054/0,847 = 2425 \text{ за год.}$$

«Необходимое количество сварочного оборудования, которое будет использовано при выполнении операций технологического процесса согласно основным и конструктивным возможностям, рассчитывается по формуле» [28]:

$$n_{расч} = t_{шт} \cdot P_{г} / (F_{э} \cdot K_{вн}). \quad (5)$$

где « $P_{г}$ – годовая программа – принятое ранее количество изделий, которые необходимо сварить за один календарный год при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [28]:

« $t_{шт}$ – штучное время - количество времени в часах, которое будет затрачено сотрудниками на выполнение всех операций технологического процесса согласно базовым и проектным возможностям» [28]:

« $F_{э}$ – объём в часах эффективного фонда времени работы оборудования, задействованного выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [28]:

« $K_{вн}$ – принятое значение коэффициента, определяющего временные затраты на выполнение нормы, (для базового и проектного варианта технологий принимаем $K_{вн} = 1,03$)» [28]:

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$n_{расч.б} = (1,21 \cdot 1000) / (2054 \cdot 1,03) = 0,57$$

$$n_{расч.пр} = (0,847 \cdot 1000) / (2054 \cdot 1,03) = 0,4$$

«Расчёт коэффициента загрузки оборудования выполним согласно формуле» [28]:

$$Kз = n_{расч}/n_{пр}. \quad (6)$$

где « $n_{расч}$ – полученное согласно (6) количество технологического оборудования, задействованного для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [28];

« $n_{пр}$ – принятое количество технологического оборудования, задействованного для выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [28].

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [13]:

$$Kзб = 0,57/1 = 0,57,$$

$$Kзп = 0,4/1 = 0,4.$$

4.4 Расчёт заводской себестоимости вариантов технологии

«Сварочные изделия являются подходящими сварочными материалами. Базовая технология сварки предполагает использование ручной дуговой сварки покрытым электродом. Технология проекта предусматривает использование механизированной сварки в защитных газах проволокой сплошного сечения. Стоимость сварочных материалов, которые будут использоваться при выполнении операций, исходя из технологического процесса и возможностей проекта, рассчитывается по формуле» [28]:

$$M = Ц_m \cdot H_p \cdot K_{тз}, \quad (7)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$M_{баз.} = (80 \cdot 0,0252 + 130 \cdot 0,414 + 3000 \cdot 0,000495) \cdot 1,05 = 60 \text{ руб.};$$

$$M_{пр.} = (80 \cdot 0,0216 + 130 \cdot 0,342 + 3000 \cdot 0,000468) \cdot 1,05 = 50 \text{ руб.}$$

«Объем фонда заработной платы (ФЗП) определяется суммой основной заработной платы $Z_{осн}$ и дополнительной заработной платы $Z_{доп}$ » [28].

«Объём $Z_{осн}$ основной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы» [28]:

$$Z_{осн} = t_{шт} \cdot C_{ч} \cdot K_{д}. \quad (8)$$

где « $C_{ч}$ – утверждённая часовая тарифная ставка работника» [28];

« $K_{д}$ – принятое значение коэффициента, определяющего процент на формирование доплат к основной заработной плате» [28].

«После подстановки в формулу (9) численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$Z_{осн.баз.} = 300 \cdot 1,21 \cdot 1,88 = 682 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн.проектн.} = 300 \cdot 0,847 \cdot 1,88 = 578 \text{ руб.}$$

«Объём $Z_{доп}$ дополнительной заработной платы определим расчётным путём с использованием формулы» [28]:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot K_{доп} / 100. \quad (9)$$

где « $K_{доп}$ – принятое значение коэффициента, определяющего процент на формирование дополнительной заработной платы» [28].

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$Z_{доп.базов.} = 682 \cdot 12 / 100 = 82 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп.проектн.} = 578 \cdot 12 / 100 = 57 \text{ руб.}$$

«Расчёт объёма фонда заработной платы ФЗП выполняем как сумму основной заработной платы $Z_{осн}$ и дополнительной заработной платы $Z_{доп}$ » [13]:

$$\text{ФЗП}_{базов.} = 682 + 82 = 764 \text{ руб.};$$

$$\text{ФЗП}_{проектн.} = 578 + 57 = 635 \text{ руб.}$$

Размер «отчислений на социальные нужды $O_{сн}$ определяем исходя из ранее определённого объёма фонда заработной платы по проектному и базовому вариантам технологии с учётом коэффициента $K_{сн}$ отчислений на социальные нужды по формуле» [13]:

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot K_{сн} / 100. \quad (10)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [13]:

$$O_{сн\text{баз.}} = 764 \cdot 34 / 100 = 260 \text{ руб.}$$

$$O_{сн\text{проектн.}} = 535 \cdot 34 / 100 = 182 \text{ руб.}$$

«Для вычисления затрат на оборудование $Z_{об}$ необходимо определить амортизационные отчисления $A_{об}$ и затраты на электрическую энергию $P_{ээ}$ » [13]:

$$Z_{об} = A_{об} + P_{ээ}. \quad (11)$$

«Финансовые потери от износа оборудования, задействованного при выполнении операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [2]:

$$A_{об} = Ц_{об} \cdot N_a \cdot t_{\text{маш}} / F_{э} \cdot 100 \quad (12)$$

где « $Ц_{об}$ – цена оборудования, задействованного в операциях технологического процесса, по основным и конструктивным возможностям, определяемая по каталогам компаний в сети Интернет» [28];

« N_a – принятое значение коэффициента, задающего процент от стоимости технологического оборудования на его амортизацию» [28];

« $t_{\text{маш}}$ – машинное время - количество времени в часах, которое будет затрачено сотрудниками на выполнение основной операции технологического процесса в соответствии с основными и проектными возможностями» [28];

« $F_{э}$ – объём в часах эффективного фонда времени работы оборудования, задействованного выполнения операций технологического процесса по базовому и проектному вариантам» [28].

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$A_{об. баз.} = 300000 \cdot 21,5 \cdot 1,21 / 2054 / 100 = 38 \text{ руб.},$$

$$A_{об. пр.} = 800000 \cdot 21,5 \cdot 0,847 / 2054 / 100 = 71 \text{ руб.}$$

«Для расчёта затрат на электрическую энергию, затрачиваемую при базовых и проектных вариантах технологического процесса, воспользуемся формулой» [13], которая учитывает цену электрической энергии $C_{ээ}$, установленную мощность оборудования $M_{уст}$ и коэффициент полезного действия КПД оборудования:

$$P_{ээ} = M_{уст} \cdot t_{маши} \cdot C_{ээ} / \text{КПД}. \quad (13)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$З_{об. баз.} = 38 + 67 = 105 \text{ руб.};$$

$$З_{об. проектн.} = 71 + 47 = 118 \text{ руб.}$$

«Величину технологической себестоимости $C_{тех}$ определяем исходя из ранее рассчитанных затрат на фонд заработной платы ФЗП, материалы M , оборудование $З_{об}$ и отчислений на социальные нужды $O_{сс}$ » [13]:

$$C_{тех} = M + \text{ФЗП} + O_{сс} + З_{об}. \quad (14)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$C_{ТЕХБаз.} = 60 + 764 + 260 + 105 + 40 = 1229 \text{ руб.}$$

$$C_{ТЕХПроектн.} = 50 + 635 + 182 + 118 + 29 = 1014 \text{ руб.}$$

«Величину цеховой себестоимости $C_{цех}$ определяем с учётом ранее рассчитанного значения технологической себестоимости $C_{тех}$, основной заработной платы $Z_{осн}$ » [13] и принятого из таблицы исходных данных коэффициента цеховых расходов $K_{цех}$:

$$C_{цех} = C_{тех} + Z_{осн} \cdot K_{цех}. \quad (15)$$

«Величину заводской себестоимости $C_{зав}$ определяем с учётом ранее рассчитанного значения цеховой себестоимости $C_{цех}$, основной заработной платы $Z_{осн}$ » [13] и принятого из таблицы исходных данных коэффициента заводских расходов $K_{зав}$:

$$C_{зав} = C_{цех} + Z_{осн} \cdot K_{зав}. \quad (16)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$C_{ЗАВБаз.} = 2252 + 1,15 \cdot 682 = 2252 + 784 = 3036 \text{ руб.},$$

$$C_{ЗАВПроектн.} = 1631 + 1,15 \cdot 478 = 1631 + 650 = 2281 \text{ руб.}$$

Сводка данных, использованных при расчете стоимости установки для проектного и базового технологических вариантов, представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Исходные данные и расчёт заводской себестоимости

ПОКАЗАТЕЛИ	Услов. обозн.	Калькуляция., руб	
		Базовый	Проектн.
«1. Затраты на материалы	М	60	60
2. Фонд заработной платы	ФЗП	764	764
3. Отчисления на соц. нужды	Осн	260	182
4. Затраты на оборудование	Зоб	105	118
5. Затраты на площади		40	40
6. Технологическая себестоимость	Стех	1229	1014
7. Цеховые расходы	Рцех	1023	817
8. Цеховая себестоимость	Сцех	2252	1731
9. Заводские расходы	Рзав	784	650
10. Заводская себестоимость» [6]	Сзав	3036	2282

Из таблицы 14 можно сделать предварительный вывод о выгодности новых технологических решений, так как они требуют меньших затрат на техническое оборудование, производство и эксплуатацию, чем базовый вариант.

4.5 Оценка капитальных затрат по базовой и проектной технологиям

«Значение $K_{общ. б.}$ капитальные затраты, которые потребуются для выполнения технологических операций над базовыми и проектными вариантами, определяются расчетным путем по формуле» [28]:

$$K_{общ. б.} = C_{ОБ.Б} \cdot K_{з.б.} \quad (17)$$

где « $K_{з.б.}$ – ранее полученное расчётное значения коэффициента загрузки оборудования» [28];

« $C_{ОБ.Б}$ – остаточная стоимость в рублях технологического оборудования на момент внедрения предлагаемых решений в производство, который определяется по сроку службы этого оборудования» [28];

« n – приобретенное ранее количество единиц технологического оборудования, для выполнения технологических операций в базовом и конструктивном вариантах» [28].

Расчёт остаточной стоимости оборудования, которое применялось для «выполнения операций технологического процесса по базовому варианту, проводим с учётом срока его службы T_c , рыночной стоимости оборудования $C_{перв}$ и нормы амортизации H_a » [13]:

$$C_{об.б.} = C_{перв} - (C_{перв} \cdot T_c \cdot H_a / 100). \quad (18)$$

Подстановка значений параметров из таблицы исходных данных позволяет получить:

$$K_{об.пр.} = C_{об. пр.} \cdot K_{мз} \cdot K_{зн.} \quad (20)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$K_{об.пр} = 800000 \cdot 1,05 \cdot 0,40 = 336000 \text{ руб.}$$

При реализации проектной технологии возможно учитывать затраты на монтаж оборудования для выполнения операций по $K_{монт}$ и демонтаж оборудования для выполнения операций по $K_{дем}$ в рамках сопутствующих капитальных затрат $K_{соп}$.

$$K_{соп} = K_{дем} + K_{монт}. \quad (21)$$

«Величина затрат на демонтаж $K_{дем}$ и монтаж $K_{монт}$ оборудования вычисляется с учётом стоимости оборудования по базовому и проектному вариантам технологии из таблицы исходных значений» [13]:

$$K_{дем} = C_{об. б.} \cdot K_{д}, \quad (22)$$

$$K_{монт} = C_{об. пр.} \cdot K_{м.} \quad (23)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$K_{дем} = 1 \cdot 300000 \cdot 0,05 = 15000 \text{ руб.}$$

$$K_{монт} = 800000 \cdot 0,05 = 40000 \text{ руб.}$$

$$K_{соп} = 15000 + 40000 = 65000 \text{ руб.}$$

$$K_{общ.пр.} = 336000 + 65000 = 401000 \text{ руб.}$$

«Размер $K_{доп}$ дополнительных капитальных вложений будет определяться расчетным способом по формуле» [28]:

$$K_{доп} = K_{общ.пр} - K_{общ.б.} \quad (24)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$K_{доп} = 401000 - 60705 = 340295 \text{ руб.}$$

«Размер индивидуальных капитальных вложений будет определяться расчетным способом по формуле» [28]:

$$K_{y\partial} = K_{\text{общ}} / \Pi_2. \quad (25)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$K_{y\partial \text{ Баз.}} = 60705/1000 = 60,7 \text{ руб./ед.};$$

$$K_{y\partial \text{ Проектн.}} = 401000 / 1000 = 401 \text{ руб./ед}$$

4.6 Расчёт показателей экономической эффективности

«Сокращение трудозатрат при внедрении предложенных решений в производство определяется расчетным методом по формуле» [28]:

$$\Delta t_{\text{ум}} = (t_{\text{ум } \bar{\sigma}} - t_{\text{ум } \text{пр}}) \cdot 100 \% / t_{\text{ум } \bar{\sigma}}. \quad (26)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$\Delta t_{\text{ум}} = (1,21 - 0,847 / 1,21) \cdot 100 \% = 30 \%$$

«Прирост производительности труда Π_T при внедрении предложенных решений в производство определяется расчетным путем по формуле» [28]:

$$\Pi_T = 100\Delta t_{\text{шт}} / (100 - \Delta t_{\text{шт}}). \quad (27)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$P_m = 100 \cdot 30 / (100 - 30) = 43 \text{ \%}.$$

«Снижение технологической себестоимости $\Delta C_{\text{тех}}$, которое получается при реализации проектного технологического процесса, вычисляется по ранее определённым технологической себестоимости базового и проектного вариантов:» [28].

$$\Delta C_{\text{тех}} = (C_{\text{тех.б.}} - C_{\text{тех.пр.}}) \cdot 100\% / C_{\text{тех.б.}}, \quad (28)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$\Delta C_{\text{тех}} = (1229 - 914) \cdot 100\% / 1229 = 26 \text{ \%}.$$

«Условная годовая экономия затрат (ожидаемая прибыль) при внедрении предложенного решения в производство будет определяться расчетным способом по формуле» [28]:

$$Pr_{\text{ож}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{зав. баз}} - C_{\text{зав. пр}}) \cdot \Pi_2. \quad (29)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$\mathcal{E}_{\text{у.г.}} = (3036 - 2181) \cdot 1000 = 855 \text{ 000 руб.}$$

«Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений при внедрении предлагаемых решений в производство определяется расчетным путем по формуле» [28]:

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{дон}} / \mathcal{E}_{\text{уг}}. \quad (30)$$

«После подстановки в формулу численных значений соответствующих переменных, получим» [28]:

$$T_{ок} = 340295 / 855000 = 0,4 \text{ года}$$

Выводы по экономическому разделу

После тщательного анализа различных методов сварки, мы рекомендуем использовать аргонодуговую сварку для проектной технологии. Экономические расчеты показали, что такой подход приводит к сокращению трудозатрат на 30% и повышению производительности труда на 43%.

Это позволяет снизить затраты на заработную плату и другие сопутствующие расходы, что в свою очередь уменьшает технологическую себестоимость на 26%. Годовая экономия от использования этой технологии составляет 0,855 млн. рублей.

При этом учитывая капитальные вложения, затраты на внедрение технологии окупятся за 0,4 года.

Заключение

Данная выпускная квалификационная работа направлена на улучшение эффективности и качества процесса сварки при ремонте головок цилиндров двигателя автомобиля ВАЗ-1119.

Для достижения этой цели был проведен анализ различных методов ремонтной сварки алюминиевых сплавов, а после изучения плюсов и минусов каждого из методов, было решено использовать аргонодуговую сварку неплавящимся электродом в качестве основы для создания технологии проекта. Для этого можно использовать источник УГДУ-351 и сварочную горелку АГНИ 03/07м.

Проведенные экономические расчеты показали, что трудозатраты на выполнение операций технологического процесса уменьшились на 30%, а производительность труда возросла на 43%. Внедрение проектной технологии приведет к условной годовой экономии в размере 0,855 млн. рублей, а затраты на ее внедрение окупятся за 0,4 года.

Список используемой литературы

1. Акулов А. И., Алехин В. П., Ермаков С. И. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки : учебник для вузов. М. : Машиностроение, 2003. 560 с.
2. Банов М. Д., Казаков Ю. В., Козулин М. Г. Сварка и резка материалов : учеб. пособие. М. : Издательский центр «Академия», 2000. 400 с.
3. Бродский, А. Я. Аргодуговая сварка вольфрамовым электродом /А. Я. Бродский. – М. : Изд-во "Машгиз", 1956. – 395с.
4. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021.
5. Гуревич, С. М. Справочник по сварке цветных металлов / С. М. Гуревич. – Киев : Изд-во «Наукова думка», 1981. – 608с.
6. Гуров В. А. История кафедры «Оборудование и технология сварочного производства и пайки» Тольяттинского государственного университета (1960–2014 гг.) // Концепт. 2015. № 22. С. 1–11.
7. Зайцев, О.И. Прогнозирование параметров режима при импульсно-дуговой сварке алюминиевых сплавов : дис. ... канд. Техн. Наук : 05.03.06 /О. И. Зайцев ; Тульский государственный университет. Тула, 2003.
8. Ельцов В. В., Карелин В. И., Кондрашова С. В. Комплект универсального оборудования для ремонтной сварки изделий из легких сплавов // Сварочное производство. 1984. № 9. С. 35–36.
9. Ельцов В. В., Потехин В. П., Зеленков А. С. Формирование сварочной ванны при наплавке трехфазной дугой неплавящимися электродами с подачей присадочной проволоки // Ремонт, восстановление, модернизация. 2006. № 12. С. 2-6.
10. Ельцов, В. В. Ремонтная сварка и наплавка изделий из сплавов магния и алюминия трехфазной дугой: диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук / В. В. Ельцов. – Тольятти: ТГУ. – 2002.

11. Ищенко, А. Я. Аргоно-дуговая сварка алюминиевых сплавов АМг5 и 01381 на постоянном, переменном и асимметричном токе / А. Я. Ищенко, В. А. Мишенков, А. Г. Чаюн // Автоматическая сварка. – 1978. – № 11. – С. 46-48.
12. Короткова Г. М. Источники питания переменного тока для сварки неплавящимся электродом алюминиевых сплавов : монография. Тольятти : ТГУ, 2009. 335 с.
13. Краснопевцева И. В. Экономическая часть дипломного проекта : метод. указания. Тольятти : ТГУ, 2008. 38 с.
14. Кудинова Г. Э. Организация производства и менеджмент : метод. указания к выполнению курсовой работы. Тольятти : ТГУ, 2005. 35 с.
15. Лапин, И. Е. Неплавящиеся электроды для дуговой сварки / И. Е. Лапин, В. А. Косович. – Волгоград: ВолгГТУ, 2001. – 190 с.
16. Лебедев В. А. Некоторые особенности дуговой механизированной сварки алюминия с управляемой импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство. 2007. № 11. С. 26–30.
17. Маковецкая О.К. Состояние и тенденции развития мирового рынка основных конструкционных материалов и сварочной техники // Автоматическая сварка. 2015. № 10. С. 54–61.
18. Патент № 2378095 РФ, МПК В23К35/28. Присадочная проволока для сварки алюминиевых сплавов / Л. Котиньи, С. Ж. Клодин, Ф. Жарри. Оpubл.10.01.2010, Бюл. № 1.
19. Патент № 2418661 РФ, МПК В23К 9/167 Способ сварки трёхфазной дугой / В. В. Ельцов, А. С. Зеленков, О. А. Дитенков, П. В. Харитонов. Оpubл.20.05.2011, Бюл. № 14.
20. Рабкин, Д. М. Сварка алюминия и его сплавов / Д. М. Рабкин, В. Г. Игнатъев, И. В. Довбищенко. – Киев: Изд-во "Наукова думка", 1983. –80 с.

21. Ситявин, Ю. И. Структура и свойства сварных швов алюминиевых сплавов в зависимости от некоторых факторов технологии сварки / Ю. И. Ситявин, Ю. С. Терминасов, Г. Л. Зубриенко // Сварочное производство. – 1979. – №8. – С. 28-29.
22. Смирнов И. В. Сварка специальных сталей и сплавов : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 268 с.
23. Современные способы дуговой сварки алюминиевых сплавов (Обзор) // Автоматическая сварка. 1994. – № 5–6. – С. 35–37.
24. Столбов В. И., Печенкина В. А., Масаков В. В. Заварка дефектов алюминиевого литья трехфазной дугой // Сварочное производство. 1978. № 10. С. 19–20.
25. Столбов В. И., Шаповалов В. А., Цепенев Р. А., Короткова Г. М. Обуправлении сварочным током в источниках питания трехфазной дуги // Сварочное производство. 1982. № 10. С. 24–25.
26. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. Б. Е. Патона. – М.: Изд-во "Машиностроение", 1974. – 768 с.
27. Юсуфова, З. А. О механизме разрушения окисных плён в стыке при аргонодуговой сварке алюминиевых сплавов / З. А. Юсуфова // Сварочное производство. – 1979. – № 10. – С. 25-26.
28. Зубкова Н.В. – к.э.н., доцент. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Тольятти: ТГУ, 2020. – 123 с.
29. Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels // Welding and Metal Fabrication. 1999.
30. Lucas W. Choosing a shielding gas. Pt 2 // Welding and Metal Fabrication. 1992.

31. Satish Garg. Optimisation of High Frequency Seam Welding Parameters By Taguchi Method [Electronic resource] / Satish Garg, SS Banwait and Ravneet Kumar. - Asian Journal of Engineering and Applied Technology (2016).

32. Wilson, D.V. Effect of strain aging on fatigue damage in low-carbon steel / D.V. Wilson, T.K. Tromans // Acta Metallurgica

33. Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119