

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 / специальности)

«Современные технологические процессы изготовления деталей

в машиностроении»

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технология ремонта автомобильного радиатора

Обучающийся

А.А. Нефедов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., профессор Г.М. Короткова

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярова

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

к.ф.-м.н., доцент Д.А. Романов

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

Тольятти 2023

Аннотация

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена решению вопроса повышения эффективности пайки при ремонте радиаторов автомобиля.

Базовая технология ремонта предусматривает применение аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. В ходе анализа исходных данных сформулированы недостатки базовой технологии.

При анализе альтернативных способов ремонта автомобильного радиатора рассмотрены такие способы, как аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, применение герметизирующих составов, склеивание и пайка. На основании анализа преимуществ и недостатков каждого способа предложено построение проектной технологии ремонта радиатора проводим с использованием процессов пайки.

При выполнении исполнительского раздела настоящей выпускной квалификационной работы была составлена проектная технология ремонтной пайки.

Производительность труда повышается на 100 %. Уменьшение технологической себестоимости составило 38 %. При этом за счёт повышения производительности труда и снижения издержек удалось получить годовой экономический эффект в размере 0,67 млн. рублей.

На основании вышеизложенного следует признать поставленную цель достигнутой. Предлагаемые в работе технические решения и организационные мероприятия предлагается внедрить на предприятиях, выполняющих ремонт автомобильных радиаторов.

Содержание

Введение	5
1 Современное состояние проведения ремонтных работ радиаторов из алюминиевых сплавов.	7
1.1 Описание конструкции изделия и условий эксплуатации.	7
1.2 Анализ источников научно-технической информации по вопросы повышения эффективности ремонта алюминиевых радиаторов	12
1.3 Обзор способов ремонта радиаторов.	15
1.4 Формулировка задач выпускной квалификационной работы.	21
2 Построение проектной технологии ремонтной пайки автомобильного радиатора.	22
2.1 Выбор способа нагрева под пайку.	22
2.2 Выбор припоя.	24
2.3 Обоснование выбора метода активации поверхности перед ремонтной пайкой.	25
2.4 Проектная технология ремонтной пайки радиатора.	28
3 Обеспечение безопасности и экологичности предлагаемых технических решений.	30
3.1 Конструктивно-технологическая характеристика рассматриваемого объекта.	30
3.2 Идентификация профессиональных и производственных рисков.	31
3.3 Методики и технические средства для устранения профессиональных рисков.	33
3.4 Пожарная безопасность рассматриваемого технологического объекта.	35
3.5 Вопросы обеспечения экологической безопасности.	36
4 Экономическое обоснование предлагаемых в выпускной квалификационной работе решений	39

4.1 Анализ исходной информации по базовой и проектной технологиям.	39
4.2 Оценка фонда времени работы оборудования.	41
4.3 Оценка штучного времени при выполнении операций проектного и базового вариантов технологии.	42
4.4 Расчёт заводской себестоимости при осуществлении операций технологического процесса по рассматриваемым вариантам.	44
4.5 Капитальные затраты при реализации проектного и базового вариантов технологии	48
4.6 Показатели экономической эффективности.	50
Заключение	53
Список используемой литературы и используемых источников.	54

Введение

В ходе продолжительной работы деталей автомобиля происходит их износ. При этом ухудшаются эксплуатационные свойства деталей, подвергающихся износу. В ходе технического обслуживания автомобилей выполняют устранение отказов и неисправностей, которые возникают в узлах автомобилей в ходе эксплуатации.

При соответствии автомобиля требованиям нормативной документации он может считаться исправным. При этом в ходе эксплуатации автомобиль из разряда исправного переходит в разряд работоспособных. Отличие работоспособного автомобиля от исправного заключается в том, что соблюдаются лишь требования безопасности в ходе его эксплуатации. В качестве примера работоспособного, но не исправного автомобиля можно привести автомобиль с ухудшенным внешним видом, следами коррозии на кузове, неработающими стеклоподъемниками, с пониженным давлением в системе смазки автомобиля, ухудшенной работой отопительной системы салона.

В случае, если автомобиль переходит из состояния исправного в работоспособное, то говорят о «повреждении». В случае, если автомобиль переходит в неработоспособное состояние, то говорят об «отказе».

Для того, чтобы восстановить исправность или работоспособность элементов автомобиля, выполняют комплекс мероприятий, именуемых «ремонт».

Необходимость проведения ремонта отдельных частей автомобиля объясняется неравномерностью их износа. Изготовление единиц техники с равномерным износом всех элементов в настоящий момент является неразрешимой задачей, поэтому проводят периодическое техническое обслуживание автомобиля, в ходе которого выполняют обслуживание и замену агрегатов.

В виду вышеизложенного повышение эффективности ремонта автомобильных радиаторов является актуальным. Радиатор является основным элементом системы охлаждения двигателя автомобиля. Длительная эксплуатация в условиях теплового, химического и механического нагружений приводит к постепенному выходу из строя элементов радиатора. В частности, нарушается герметичность трубок сердцевины радиатора. В зависимости от своего возраста около 20 % всех автомобилей требуют проведения ремонта радиаторов.

В настоящее время устранение течи в радиаторе автомобиля в основном выполняется за счёт полной замены радиатора. Возможно заглушение текущих трубок, что снижает тепловую отдачу радиатора. В связи с повышением стоимости запасных частей и возможным их дефицитом вопрос построения ремонтных технологий при восстановлении работоспособности и исправности радиаторов становится всё более актуальным.

Главным затруднением при ремонте радиаторов является необходимость точного определения места повреждения. При этом обнаруженное место должно быть доступным для выполнения ремонтной пайки. Временное восстановление работоспособности радиатора возможно путём применения специальных препаратов, заливаемых в систему охлаждения.

При ремонтной пайке алюминиевых радиаторов возникает затруднение – алюминий считается трудно паяемым материалом. Поэтому в настоящее время проводятся интенсивные разработки в области ремонтной пайки алюминия.

Цель выпускной квалификационной работы – повышение эффективности ремонта автомобильных радиаторов из алюминиевых сплавов за счёт роста качества и производительности ремонтной пайки.

1 Современное состояние проведения ремонтных работ радиаторов из алюминиевых сплавов

1.1 Описание конструкции изделия и условий эксплуатации

На рисунке 1 представлен радиатор, который в двигателе внутреннего сгорания играет роль теплообменного устройства, которое объединяет все контуры охлаждения автомобиля. Наибольшее распространение получили трубчато-пластинчатые (рисунок 1-б) и трубчато-ленточные (рисунок 1-в) решётки радиаторов.

В состав радиатора входит боковая стойка (обозначена на рисунке позицией 1), пароотводная трубка (обозначена на рисунке позицией 2), пробка (обозначена на рисунке позицией 3). Также в радиатор входят верхний бачок, нижний бачок и резиновая подушка крепления радиатора (обозначены на рисунке позициями 4, 6 и 5). Теплообменным узлом радиатора является сердцевина (обозначена на рисунке позицией 7).

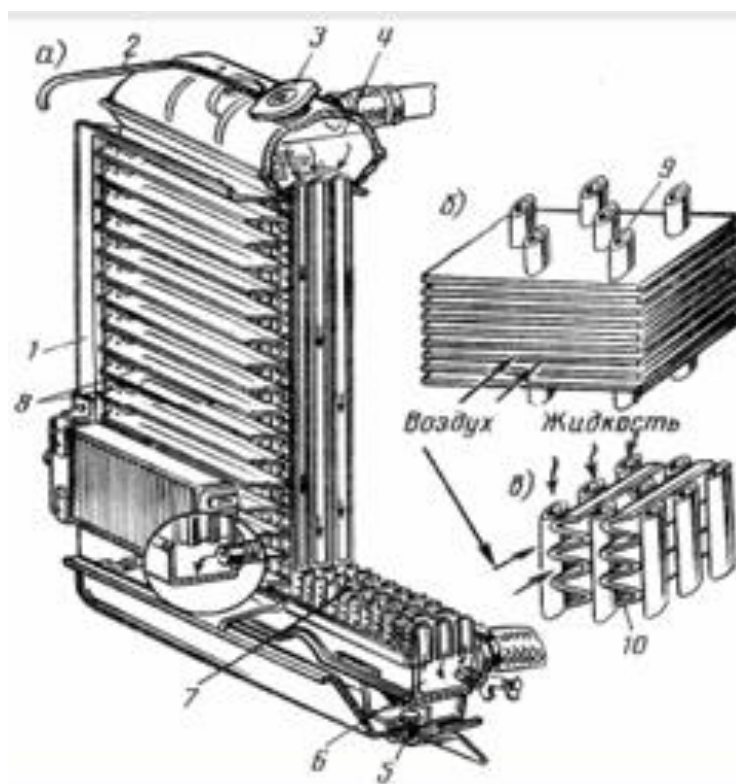


Рисунок 1 – Устройство радиатора

Назначение радиатора заключается в поддержании рабочей температуры двигателя в диапазоне 85...100 °С, предотвращая перегрев двигателя, который может вызвать заклинивание подвижных элементов двигателя и выход из строя. Радиаторы автомобиля можно разделить по применяемому для их изготовления материалу на две группы: медно-латунная и алюминиево-пластиковая. Такое разделение очень условно, так как возможно применение радиаторов с вариациями типа «пластик + медь», «пластик + алюминий + медь» и т.д.

Алюминиевые радиаторы также разделяются на две большие группы. Первую группу алюминиевых радиаторов составляют цельнопаяные радиаторы, в которых элементы радиатора спаяны между собой. Вторую группу составляют наборные радиаторы, которые собираются без применения пайки или сварки, для их сборки применяют развальцовку.

На рисунке 2 представлен пример наборного алюминиевого радиатора. При сборке элементов такого радиатора сварки или пайка не применяется, а сборка ведётся с применением развальцовки через резиновые уплотнители.



Рисунок 2 – Элементы наборного радиатора

Преимуществами наборных алюминиевых радиаторов является:

- дешевизна радиатора, поскольку при его изготовлении не требуется применять высокотехнологичные и затратные технологические процессы;
- ремонтпригодность радиатора поскольку существует возможность замены его элементов при разборке и сборке.

Наборные радиаторы имеют ряд недостатков:

- малая теплопередающая способность, которая объясняется особенностями конструкции радиатора;
- высокая вероятность потери плотности соединений вследствие вибраций при работе автомобиля;
- необходимость применения высококачественных трубок и уплотнителей при сборке радиатора.

На рисунке 3 представлен цельнопаяный радиатор, при сборке не использовались уплотнители или искусственные материалы. Такой радиатор выполняется полностью из алюминия. Для изготовления таких радиаторов применяется алюминий высокого качества. Цельнопаяные радиаторы устанавливаются в мощные и дорогие автомобили: Audi A8, спортивные и гоночные автомобили, дрифт-кары.

Цельнопаяные радиаторы имеют ряд недостатков:

- высокая сложность и себестоимость изготовления, так как приходится применять дорогостоящие материалы и современные технологические процессы;
- сложность или практическая невозможность ремонта в условиях гаража.



Рисунок 3 – Цельнопаянный радиатор

Комбинированная конструкция алюминиевого радиатора, который представлен на рисунке 4, предусматривает применение пластмассовых бачков и алюминиевой сердцевины.

Такие радиаторы более сложны по сравнению с наборными радиаторами, соответственно повышается их стоимость. Сердцевина такого радиатора набирается из гофр, трубок и сеток, далее отправляется в печь для спекания. После изготовления такой сердцевины к ней подсоединяют пластиковые бачки.

Преимуществами комбинированного радиатора является:

- высокая твёрдость и прочность радиатора;
- возможность повышения эффективности теплообмена за счёт применения модернизированной конструкции;
- высокая стойкость конструкции радиатора против вибраций.



Рисунок 4 - Радиатор с цельнопаянной сердцевиной и пластмассовыми бачками

Основным дефектом радиаторов, приводящим к необходимости их замены, является:

- течи по трубкам и местам входа трубок в трубную доску;
- повреждения бачков;
- деформации радиаторов после аварии;
- необходимость замены патрубков и сердцевины.

На рисунке 5 представлено повреждение радиатора автомобиля вследствие ударного действия крыльчатки вентилятора. Значительное количество трубок охлаждения надрублено, четыре трубки были вырваны из трубной доски. На рисунке 6-а представлен радиатор после аварии, у которого произошла сильная деформация, разлом бачка, отрыв части трубок от трубной решетки. На рисунке 6-б представлен тот же радиатор после восстановительных работ: восстановлена плоскость радиатора, сломанный бачок заменён на металлический, оторванные трубки приварены с применением аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

На рисунке 7 представлены трещины в основании алюминиевого радиатора, которые становятся причиной нарушения герметичности системы охлаждения.



Рисунок 5 – Повреждение радиатора автомобиля вследствие ударного действия крыльчатки вентилятора



Рисунок 6 – Радиатор после аварии (а) и восстановленный радиатор (б)

При ремонте радиатора после аварии следует провести рихтовку радиатора, т.е. восстановить его плоскостность. Далее необходимо провести устранение явных дефектов конструкции, к которым относят пробойны трубок, повреждение бачка. После этого проверяют радиатор на герметичность, определяя места течи. При помощи сварки или пайки восстанавливают герметичность радиатора. Повторно проверяют радиатор на герметичность.

1.2 Анализ источников научно-технической информации по вопросам повышения эффективности ремонта алюминиевых радиаторов

Выпускная квалификационная работа посвящена повышению эффективности ремонта автомобильных радиаторов, выполненных из сплавов на основе алюминия. Выполнен поиск источников научно-технической информации по тематике ремонта алюминиевых радиаторов сваркой и пайкой.

В первой работе [6] под авторством Иванова В. Е., Легковой И. А. (Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России), Колобова М. Ю. (Ивановский государственный химико-технологический университет) выполнено исследование прочности клеевых соединений при ремонте радиаторов пожарной техники. Эта мера является эффективным способом экстренного восстановления работоспособности радиатора автомобиля, но может считаться лишь временной, так как восстановление исправности в этом случае не происходит. Результаты работы будут использованы при анализе состояния вопроса и рассмотрении альтернативных способов восстановления автомобильных радиаторов.

Во второй работе [18] под авторством Филатовой А. В. (Самарский государственный университет) выполнен сбор и анализ данных по работе предприятия «Радиатор», рассмотрены вопросы выпуска и ремонта

радиаторов легковых и грузовых автомобилей. Сформулированы перспективные направления для дальнейшего развития. Эта работа показывает высокую актуальность выбранной темы исследования и будет использована для обоснования актуальности темы и анализе альтернативных способов ремонта автомобильных радиаторов.

В третьей работе [11], авторами которой являются Кулинич М. В., Запорожец Т. В., Гусак А. М. (Черкасский национальный университет им. Богдана Хмельницкого, Украина), представлены результаты математического моделирования тепловых процессов при соединении пластин из алюминиевых сплавов. В качестве нагревателя предлагается использование многослойной фольги из реакционных материалов. В этом случае обеспечивается эффективная пайка. Результаты работы будут использованы для обоснования актуальности выбранной цели исследования и анализе альтернативных способов ремонта радиаторов.

В четвёртой работе [28], выполненной Хоруновым В. Ф. и Сабадаш О. М. (институт электросварки им. Е. О. Патона, Украина) приведены результаты исследования флюсовой пайки алюминиевых сплавов с оцинкованной сталью. Предложен состав флюса для повышения качества пайки при выполнении пайки со значительным перекрытием. Выполнена оценка влияния параметров режима пайки на качество соединений и предложены оптимальные параметры режима пайки. Результаты этой работы будут использованы для анализа состояния вопроса, оценки эффективности альтернативных способов ремонта и, возможно, составления проектной технологии ремонта автомобильных радиаторов.

В пятой работе [24] под авторством сотрудников ОАО «Криогенмаш», (Россия) Сторчай Е. И., Горбатский Ю.В, Лантушенко Л. С. выполнен анализ различных способов высокотемпературной пайки деталей из алюминиевых сплавов. Показана эффективность безфлюсовой пайки в среде аргона. Результаты этой работы будут использованы при анализе альтернативных способов пайки.

В шестой работе [26] под авторством Филатова Ю. А. (ОАО «Вилс», Россия) выполнен анализ свойств алюминиевых сплавов системы легирования Al-Mg-Sc при содержании магния более 4 % и менее 4% с точки зрения получения герметичных соединений сваркой и пайкой. Показано, что при пайке конструкций из этих сплавов может обеспечиваться высокая прочность соединений при условии правильного подбора параметров режима и выбора присадочного материала. Результаты работы будут использованы для анализа альтернативных способов соединения и, возможно, составления проектной технологии.

В седьмой работе [25], выполненной авторами Успенский А. Н., Саханский С. П. (Сибирский государственный аэрокосмический университет им. М. Ф. Решетнева, Россия) приведены актуальные проблемы пайки алюминиевых сплавов. Для повышения качества и производительности выполнения паянных соединений предложена система автоматического управления. Результаты работы будут использованы для обоснования актуальности выбранной темы исследования и анализа альтернативных способов пайки. Предлагаемая система автоматического управления может быть применена при составлении проектной технологии ремонтной пайки радиатора.

В восьмой работе [21] под авторством Семешин А. Л., Буравцов С. А. (Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Россия) представлены результаты исследования газопламенной пайки теплообменных аппаратов ДВС и предложены рекомендации по повышению эффективности пайки с применением электролизно-водных генераторов. Результаты работы будут применены при анализе альтернативных способов пайки при ремонте автомобильных радиаторов.

В девятой работе [3], авторы которой Голубев О. П., Кручер И. Л., Никишина О. С. (Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва) приведены различные способы ремонта с применением

клеевых составов и выполнен анализ их эффективности. Показана высокая эффективность применения составов отечественного производства. Результаты работы будут использованы при анализе альтернативных способов ремонта радиаторов автомобилей.

В десятой работе [5], автором которой является Злобин С. К. (ОАО «Информационные спутниковые системы», Россия) показана высокая эффективность применения индукционного нагрева при пайке деталей космических аппаратов из алюминиевых сплавов. Результаты работы будут использованы при анализе альтернативных способов пайки.

В одиннадцатой работе [20], авторы Рыльников В. С., Лукин В. И. (Всероссийский институт авиационных материалов, Россия) представлена информация о припоях, которые могут быть применены для пайки в авиационной промышленности. Подробно рассмотрены преимущества и недостатки каждого припоя. Результаты работы будут использованы для выбора присадочных материалов при составлении проектной технологии.

В двенадцатой работе [22] авторы – Семешин А. Л., Мокрецов Н. А. (Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Россия) предложена технология ремонта систем охлаждения ДВС с применением газотермических методов нанесения покрытий. Для этого предлагается использовать установку ДИМЕТ, разработанную авторами. Применение предлагаемой технологии позволяет заменить аргонодуговую сварку при ремонте радиаторов автомобилей. Результаты работы будут использованы при анализе альтернативных способов ремонта радиаторов.

1.3 Обзор способов ремонта радиаторов

При выполнении ремонта автомобильных алюминиевых радиаторов применяются высокотехнологичные способы сварки и пайки, позволяющие получать герметичные соединения с учётом особенностей материала. Также

могут применяться способы такие способы, как нанесение герметиков и склеивание.

Базовый вариант технологии ремонта радиатора предусматривает применение аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. На сегодняшний день для ремонта различных узлов и агрегатов авто используется аргонная сварка радиаторов с различными видами металлов и сплавов – присадочный материал подбирается таким образом, чтобы быть близким по составу к металлу ремонтируемой детали. Шов, который создается в процессе аргонно-дуговой сварки радиатора авто, в итоге представляет собой одно целое со свариваемыми частями. Соответственно, такая сварка деталей радиатора авто обеспечивает высокую прочность и герметичность свариваемого изделия. В настоящее время для производства радиаторов все чаще используется алюминий, в связи с чем аргонно-дуговая сварка радиатора авто становится одним из лучших решений в случае механических повреждений алюминиевых элементов агрегата.

На рисунке 7 представлен процесс ремонта радиатора автомобиля с применением сварки.

При сварке алюминиевых сплавов неплавящимся электродом в швах часто встречаются включения оксидной пленки [12], [13], [14]. Кроме того, сплавы алюминия отличаются повышенной склонностью к порообразованию [1], [7], [14].



Рисунок 7 – Ремонт алюминиевых радиаторов сваркой

Алюминиевые сплавы имеют высокую теплопроводность, которая приводит к получению значительного уровня остаточных напряжений и деформация, что сопровождается короблением детали и появлением в ней трещин. Повышенный по сравнению со сталями коэффициент термического расширения также вызывает коробление детали и появление в ней трещин. Поверхность алюминиевых деталей покрыта окисной плёнкой, которая имеет высокую температуру плавления, превышающую температуру плавления основного металла, в результате этого при сварке шов загрязняется окисными пленами. Загрязнению металла шва окисными плёнами также способствует то, что оксид алюминия имеет более высокую плотность, чем расплавленный алюминий, поэтому не остаётся на поверхности сварочной ванны, а тонет в ней. Расплавленный алюминий активно растворяет в себе газы, которые интенсивно выходят из него при кристаллизации, что приводит к образованию пористости, которая становится серьёзной проблемой при сварке алюминиевых сплавов. Все алюминиевые сплавы имеют провал прочности при нагреве, в результате чего форма сварного шва теряет стабильность, а также повышается вероятность получения горячих трещин.

Приведенные выше трудности приводят к тому, что прочность металла сварного шва составляет порядка 60...70 % прочности основного металла [18]. Особенно это актуально по отношению к ремонтной сварке деталей из алюминиевых сплавов.

При выполнении ремонтной сварки автомобильных радиаторов наблюдается значительное количество дефектов в виде нарушения герметичности. Также следует отметить некоторое снижение коррозионной стойкости сварных швов по отношению к основному металлу.

На практике бытует ошибочное мнение, об эффективности использования различных герметиков и присадок для устранения радиаторе течи. Однако, герметики находясь, длительное время в системе охлаждения, способствуют протеканию в ней разрушительных процессов. Химические вещества герметика воздействуют на тонкие стенки трубок и сот радиатора,

разъедают их изнутри. В Европе и Америке в инструкции по применению герметиков пишут: «Использование герметика только в экстренном случае если у вас нет возможности устранить поломку в данный момент. При этом необходимо в ближайшее время обратиться на станцию технического обслуживания, промыть систему (промывкой для системы охлаждения). Произвести ремонт либо заменить радиатор. Заменить охлаждающую жидкость». В России принято считать, что никакого вреда воздействия на систему охлаждения герметик не оказывает, и что можно применять как ремонтное средство. Практика показывает, что радиаторы после применения герметиков, восстановлению не подлежат, независимо от их состояния и внешнего вида. Но не это самое страшное побочное действие герметиков. Радиатор охлаждения и радиатор отопителя салона имеет очень тонкие каналы (соты) по которым циркулирует охлаждающая жидкость. Герметики независимо в жидком либо порошкообразном виде оседают на стенках, тем самым уменьшают проходное сечение. В результате чего количество циркулируемой охлаждающей жидкости уменьшается. Двигателю недостаточно охлаждения, и он работает в высоко температурном режиме. Это может привести к закипанию и перегреву.

Для ремонта радиатора может применяться склеивание. Для этого применяются герметизирующие карандаши, например, карандаш LA-CO, который представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Герметизирующий карандаш LACO

Отличительные особенности карандаша LA-CO:

- одновременно плавится и заклеивает место утечки;
- герметизирует за минуту;
- отремонтированная система сразу готова к работе.

Технология ремонта герметизирующим карандашом:

- очистку поверхности вокруг места утечки и обезжиривание;
- нагрев поверхности до 120-140 °С;
- нанесение на нагретую поверхность карандаша LA-CO. Толщина слоя должна быть 1...1,5 мм. Важно никогда не направлять пламя прямо на карандаш;
- после нанесения расплавившегося карандаша на место утечки, в течение нескольких секунд нагревать заклеенное место стараясь не обуглить клей пламенем.

Заклеенное место утечки выдерживает давление 30 атмосфер, температуру 170...180 °С.

Заметным плюсом данного способа восстановления является высокая скорость, но ремонтные размеры восстановления герметизирующим карандашом низкие.

Также для герметизации места течи на радиаторе возможна с применением эпоксидных смол. При этом высокую эффективность показала клеевая композиция ЭД-20.

При ремонте радиаторов автомобилей широкое распространение получила пайка, процесс которой представлен на рисунке 9. Пайка позволяет значительно снизить деформации изделия по сравнению со сварочными процессами. Также малая температура нагрева при пайке позволяет экономить энергию по сравнению со сваркой. Поскольку ремонтируемая поверхность радиатора имеет сложную форму, автоматизация ремонтной сварки невозможна. В тоже время процесс пайки сложных поверхностей радиатора может быть автоматизирован.

Пайка радиаторов позволяет восстановить тонкостенные части, что невозможно сделать с помощью аргонно-дуговой сварки. Так, например, пайка алюминиевых радиаторов дает агрегату вторую жизнь, предоставляя возможность восстановления тонкостенных трубок из алюминия, к тому же сохраняя при этом их работоспособность.



Рисунок 9 – Ремонт радиаторов пайкой

Главными недостатками пайки при проведении ремонтных работ на автомобильных алюминиевых радиаторах является образование контакта разнородных материалов, который может выступить в виде очага коррозии при эксплуатации радиатора. Кроме того, припой, как правило, имеет прочность меньшую, чем основной металл.

Для пайки конструкций из алюминиевых сплавов требуется применение специальных флюсов и припоев. Применяемые для пайки стальных конструкций материалы для пайки алюминия не подходят, так как не обеспечивают смачиваемости поверхности. Поверхность алюминиевого сплава покрыта оксидной плёнкой, которая долгое время считалась химически стойкой по отношению к применяемым флюсам.

В настоящее время разработаны флюсы и припои, позволяющие повысить эффективность пайки при ремонте конструкций из алюминиевых сплавов [15], [23].

1.4 Формулировка задач выпускной квалификационной работы

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена повышению эффективности ремонта автомобильного алюминиевого радиатора. Базовая технология ремонта предусматривает применение аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. В ходе анализа исходных данных сформулированы недостатки базовой технологии:

- образование большого числа мест с нарушением герметичности системы;
- низкая производительность ремонтных работ;
- высокие требования к квалификации сварщика;
- низкая экономическая эффективность базовой технологии.

При анализе альтернативных способов ремонта автомобильного радиатора рассмотрены такие способы, как аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, применение герметизирующих составов, склеивание и пайка. На основании анализа преимуществ и недостатков каждого способа предложено построение проектной технологии ремонта радиатора проводим с использованием процессов пайки.

На основании вышеизложенного могут быть сформулированы задачи настоящей выпускной квалификационной работы.

Первой задачей является обоснование выбора способа нагрева деталей при ремонтной пайке автомобильных алюминиевых радиаторов.

Второй задачей является выбор присадочного материала.

Третьей задачей является выбор метода активации поверхности деталей перед проведением пайки.

Четвёртой задачей является составление проектной технологии ремонтной пайки автомобильного алюминиевого радиатора.

2 Построение проектной технологии ремонтной пайки автомобильного радиатора

2.1 Выбор способа нагрева под пайку

Для проведения процесса пайки необходимо выполнить нагрев до температуры, которая превышает температуру плавления припоя. Такой нагрев обеспечивается нагревательными устройствами, в качестве которых выступают устройства общего нагрева (например, печи с контролируемой атмосферой) или устройства местного нагрева (газовая горелка, паяльная лампа, электрическая дуга и т.д.).

Пайка в электрических печах с защитной газовой атмосферой позволяет защитить поверхность изделия от окисления. После сборки деталей с нанесённым на них флюсом и припоем размещают на поддоны и помещают в печь. После того, как припой на деталях расплавился, детали перемещают в камеру охлаждения. Пайка в печах с контролируемой атмосферой позволяет обеспечить высокую культуру производства и значительно увеличить производительность по сравнению с другими способами пайки. При этом паяльный шов может быть получен высокого качества, которое не уступает по прочности сварному шву.

Пайка с погружением предусматривает нагрев детали в процессе контакта с нагретой жидкой средой. Такой способ позволяет повысить скорость нагрева деталей в 3...6 раз по сравнению с нагревом в печах. Защиту нагретой поверхности от воздуха после выемки детали из нагревательной ванны обеспечивает слой соли. Такой способ нагрева позволяет существенно повысить производительность пайки деталей и автоматизировать процесс пайки.

В тоже время пайка погружением имеет ряд недостатков, к которым следует отнести:

- увеличенный расход энергии на испарение с поверхности нагревательной ванны;
- значительное ухудшение условий труда из-за теплового излучения и испарения с поверхности нагревательной ванны;
- повышение трудоёмкости работ из-за необходимости устранения натёков припоя на изделия;
- повышенный расход припоя и флюса.

При пайке паяльником применяются легкоплавкие припои. Паяльник служит для нагрева припоя до температуры плавления и нанесения припоя на поверхность деталей. Также паяльник выполняет нагрев поверхности детали, нанесение на неё флюса и убирает окисный слой. Форма паяльника выполняется такой, чтобы обеспечить удобство внесения припоя в зазор между деталями, тепловой контакт с деталями и припоем. Нагрев паяльника чаще всего выполняют электричеством, реже – газовым пламенем. Перенос тепла от паяльника поверхности детали происходит через нагреваемый припой. Масса паяемого тела определяет массу паяльника, а паяльники массой более 2 кг неудобны в работе. Поэтому существует проблема нагрева массивных деталей при помощи паяльников.

Для повышения температуры нагрева и массы паяемых деталей применяется пайка газовой горелкой. При этом перед выполнением нагрева необходимо на поверхность деталей нанести слой флюса, который предотвратит окисление металла при нагреве. Процесс нагрева следует проводить быстро, так как требуется обеспечить плавление нанесённого флюса раньше, чем испарится растворитель, в роли которого выступает спирт или вода. Качество пайки в значительной мере определяется квалификацией сварщика, сам процесс пайки автоматизирован быть не может.

При дуговой пайке нагрев выполняют при помощи дуги косвенного действия, которая горит между двумя электродами. Также нагрев при дуговой пайке может выполняться дугой прямого действия, которая горит между электродом и деталью.

2.2 Выбор припоя

При пайке с нагревом до температуры 450 °С широко применяются оловянно-цинковые, цинковый или кадмиево-цинковые припои. Применение таких припоев для проведения ремонтных работ деталей из алюминиевых сплавов приводит к низкой коррозионной стойкости соединения. Кроме того, оловянные припои при пониженных температурах склонны к разрушению.

Применение в качестве припоя сплавов 70...95 % цинка с добавками серебра, алюминия и меди позволяет получить более высокое качество соединений при пайке. В качестве недостатка таких припоев следует указать высокую температуру пайки, которая достигает 510 °С. При такой температуре происходит разупрочнение наклёпанного или нагартованного слоя алюминиевых деталей. Применение таких припоев эффективно при выполнении нагрева в печи, погружением или газопламенном нагреве.

Применение припоев на основе алюминия, в составе которых дополнительно присутствуют 4...12 % кремния, 4...10 % германия, а также добавки стронция и церия осложняется высокой температурой плавления припоя.

В настоящей выпускной квалификационной работе в качестве припоя предлагается использовать разработку отечественных исследователей [16]. В состав предлагаемого припоя входит кремний 9 %, германий 12 %, церий 0,05 %, стронций 0,005 %, цинк 20 %. Остальное – алюминий. Температура солидуса такого припоя составляет 438 °С. Температура полного расплавления припоя составляет 539 °С. Введение в припой цинка позволяет снизить температуру его плавления.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать предлагаемый припой для построения проектной технологии ремонтной пайки автомобильных алюминиевых радиаторов. Качество паяного соединения проверялось визуально и признано удовлетворительным [16].

2.3 Обоснование выбора метода активации поверхности перед ремонтной пайкой

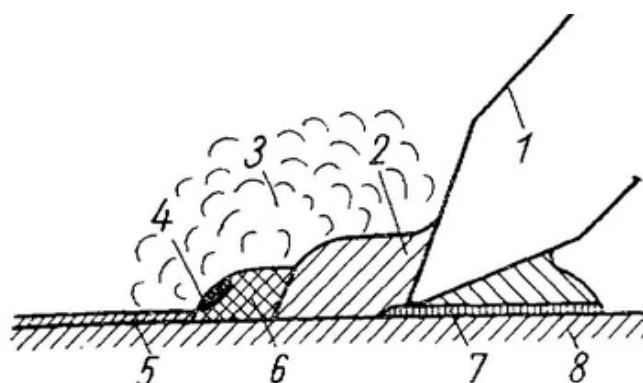
Перед выполнением ремонтной пайки деталей следует удалить с поверхности оксидную плёнку, жировые загрязнения и другие соединения, которые могут затруднить процесс пайки и привести к образованию дефектов. При выборе метода активации поверхности деталей перед пайкой следует принимать во внимание конфигурацию деталей, твёрдость поверхности деталей, химический состав деталей, состояние поверхности (степень загрязнения, шероховатость, величина зерна и т.д.).

Самым простым методом активации поверхности, который происходит от ранних методов бесфлюсовой пайки, является механическая активация, которая выполняется при шаберной пайке. При таком методе выполняют предварительное лужение поверхности с применением шабра, который острым своим концом удаляет с поверхности деталей оксидную плёнку. Также вместо шабера могут применяться металлические щётки и абразивные частицы. При этом происходит вращательное или обратно-поступательное движение в расплаве, что приводит к удалению с поверхности деталей оксидного слоя и их покрытию слоем припоя.

В качестве недостатка такого метода активации поверхности следует указать сложность очистки труднодоступных мест, которые в избытке присутствуют на ремонтируемом радиаторе. Кроме того, габариты радиатора не позволяют поместить его в расплав припоя при шабрении.

Вторым методом активации поверхности под пайку является лужение, схема выполнения которого представлена на рисунке 10. Место лужения покрывают флюсом, послед чего при помощи паяльника на него наносят расплавленный припой. Поверхность деталей должна быть на 50 °С выше температуры плавления припоя, что позволяет затекать припою в зазоры и смачивать поверхность деталей. На паяльник могут быть наложены вибрации с ультразвуковой частотой, что позволяет эффективно разрушать оксидную

плёнку. На рисунке 11 представлена функциональная схема лужения вибрирующим паяльником. Возбуждение продольных колебаний выполняется посредством магнестрикционных вибраторов. В функциональную схему входят генератор 11, работающий с частотой 20...25 кГц, который генерирует переменное электромагнитное поле. Стержень ультразвукового паяльника соединён с магнитопроводом 9, колебания которого вызывают кавитацию припоя в зоне пайки. Нагревательная обмотка 8 служит для нагрева рабочего стержня 1 от понижающего трансформатора 12.



1 - паяльник, 2 - припой, 3 - газобразный флюс, 4 - растворенный окисел, 5 - поверхностный слой окисла, 6 - флюс, 7 - зона сплавления припоя с основным металлом, 8 - основной металл

Рисунок 10 – Схема процесса лужения

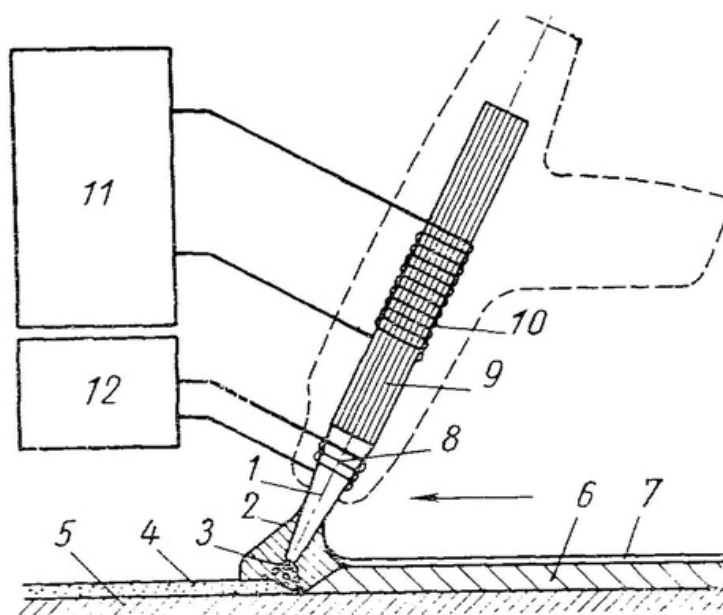


Рисунок 11 – Функциональная схема лужения вибрирующим паяльником

Частицы жидкого припоя 2 находятся в условиях знакопеременного давления, в результате чего происходит образование пузырьков 3, схлопывание которых оказывают на поверхность детали 5 ударное действие. В результате чего происходит интенсивное разрушение окисной плёнки 4. На поверхности детали образуется сплав припоя с металлом («полуда») 6, который покрыт тонким слоем шлака 7.

Такой ультразвуковой способ лужения алюминиевых деталей крайне трудоёмок и малопроизводителен. Для его реализации требуется применение специального оборудования. Также следует принимать во внимание, что в труднодоступных местах такой способ активации поверхности неосуществим.

При активации поверхности деталей при помощи флюса поверхность деталей перед пайкой покрывают специальным флюсом. Далее выполняют нагрев и смывание флюса с поверхности деталей.

Для активации поверхности деталей перед пайкой в проектной технологии применим разработку отечественных исследователей [13]. Предлагаемый флюс содержит хлорид лития в количестве 31...33 %, хлорид калия в количестве 36...43 %, фторид алюминия в количестве 2...4,5 %, фторид калия в количестве 1,5...3 %, хлорид бария в количестве 18...19 % и хлорид олова в количестве 3...10 %.

Таким образом, в составе флюса присутствуют такие соли: хлорид калия, хлорид лития, фторид калия и фторид алюминия, как в известных флюсах для пайки алюминиевых сплавов.

В предлагаемый флюс дополнительно введены хлорид бария и хлорид олова. Эти вещества улучшают активацию поверхности деталей и растекаемость припоя.

При увеличении содержания хлорида олова более 10 % во флюсе растекаемость припоя увеличивается незначительно, но происходит увеличение стоимости флюса. Таким образом, содержание хлорида олова 3...10 % является оптимальным.

2.4 Проектная технология ремонтной пайки радиатора

При ремонтной пайке автомобильного алюминиевого радиатора выполняются следующие операции: подготовительная, обезжиривание поверхности, травление поверхности, пайка, контроль качества.

При выполнении подготовительной операции проводят дефектацию, мойку, зачистку поверхности металлической щеткой.

Далее поверхность деталей в местах пайки следует очистить от загрязнений и окисной пленки. Следует принимать во внимание, что удаление окисной пленки алюминия с поверхности деталей полностью невозможно. Окисление алюминия на воздухе происходит мгновенно. Однако образующаяся после очистки плёнка окислов имеет меньшую толщину, чем была первоначально и более равномерна.

Очистку окисной пленки выполняют механическим способом при помощи металлической щётки. Щетка должна быть выполнена из нержавеющей стали, щитинки которой должны иметь диаметр не более 0,15 мм. Недопустимо использовать щётки с щетиной не из нержавеющей стали.

Для обезжиривания поверхности применяется ветошь, смоченная ацетоном. После обезжиривания проводят травление места пайки, нанося 7...10 % раствор едкого натра и выдержку в течение 5...10 минут. Далее выполняют промывку холодной проточной водой и обработку 20 % раствором азотной кислоты. После этого промывают сначала в горячей, а затем в холодной воде.

Пайку выполняют пламенем кислородо-пропановой горелки. Применяют горелку ГЗУ-3, которая представлена на рисунке 12-а. Для питания горелки используют газовую аппаратуру, представленную на рисунке 12-б.

На дефектную поверхность и окружающую зону шириной 10...15 мм наносят флюс тонким слоем. При помощи газового пламени горелки выполняют прогрев до плавления флюса.



Рисунок 12 – Оборудование для пайки: горелка ГЗУ-3 с наконечниками (а) и переносной газовой пост (б)

После плавления флюса в зону пайки подают пруток припоя диаметром 2 мм. Нагрев газовым пламенем ведут до температуры плавления припоя, периодически подавая в зону пайки флюс. Нагрев прекращают после расплавления припоя и заполнения зоны пайки. Следует обеспечивать такой режим нагрева, при котором расплавление прутка припоя происходит при соприкосновении с паяемым изделием, в противном случае возможно попадание припоя на недостаточно прогретую поверхность.

После ремонтной пайки следует проконтролировать радиатор визуально. Проверяют, чтобы не было непропаев, флюсовых включений и трещин. Далее проводят контроль герметичности радиатора.

Применяют компрессор воздуха и сжатый воздух давлением 0,8...0,9 атмосфер. Один патрубок радиатора затыкают, во второй патрубок радиатора подают сжатый воздух. Давление в радиаторе не должно падать в течение 15 минут. В противном случае следует опустить радиатор в воду и по пузырькам воздуха определить место разгерметизации.

3 Обеспечение безопасности и экологичности предлагаемых технических решений

3.1 Конструктивно-технологическая характеристика рассматриваемого объекта

В ходе выполнения настоящей выпускной квалификационной работы решались вопросы, связанные с повышением эффективности ремонта радиаторов автомобиля. Особенности выполнения операций проектного технологического процесса представлены в таблице 1. Применение предлагаемых в настоящей выпускной квалификационной работе технических решений повлекло за собой изменение технологического процесса сборки и сварки. В свою очередь это может привести к возникновению новых опасных производственных факторов. Опасными производственными факторами называются такие производственные факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому резкому ухудшению состоянию здоровья.

Таблица 1 – Особенности выполнения операций проектного технологического процесса

Наименование технологической операции в	Привлекаемый для выполнения операции персонал	Перечень применяемого на операции технологического оборудования
Мойка	Слесарь-сборщик	Ванна помывочная
Дефектация	Дефектоскопист	Ванна контрольная, воздушный компрессор,
Подготовка	Слесарь-сборщик	Ванна для обработки
Пайка	Рабочий на автоматическом полуавтоматическом паяльном оборудовании	Горелка, газовая аппаратура
Контроль	Дефектоскопист	Набор визуально-измерительного контроля, воздушный компрессор, ванна контрольная

Вредными производственными факторами называются такие производственные факторы, длительное воздействие которых на рабочего в

определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Представленные в таблице 1 особенности выполнения операций технологического процесса позволят в дальнейшем идентифицировать опасные производственные факторы и предложить методы защиты от них.

3.2 Идентификация профессиональных и производственных рисков

Применяемое для выполнения проектного технологического процесса оборудование становится источником негативных производственных факторов, которые могут привести как к резкому ухудшению состояния персонала, так и нарушению здоровья. Вредные вещества (газы, пары, аэрозоли) при пайке выделяются в результате физико-химических процессов, возникающих при горении ацетилено-кислородного пламени, испарении компонентов флюса. Воздушная среда загрязняется аэрозолями, состоящими в основном из оксидов (железа, марганца, свинца, цинка, фосфора, хрома и пр.) газообразных вторичных соединений, а также оксида и диоксида углерода, азота.

При сборке под пайку возможно повреждение частей рук острыми кромками деталей и заусенцами на их краях. При сборке возникает необходимость контролировать качество нанесения припоя на паяемые поверхности визуальным методом, что может привести к зрительному утомлению. Этот вид работ относится к третьему разряду точности. Возможность ожогов и теплового воздействия пламени газовой горелки на организм человека может быть вызвана в результате незащищенности кожного покрова. При извлечении изделия из приспособления после пайки возможно получение ожогов от не полностью остывших сборочного приспособления и паяных изделий. При контроле герметичности, путем

проведения гидроиспытаний, возможно получение травм обломками изделия в случае разрушения испытываемой конструкции.

Шум - любой нежелательный звук, воспринимаемый органами слуха человека. Шум на производстве неблагоприятно воздействует на работающего - ослабляет внимание, замедляет скорость реакции.

В таблице 2 представлены результаты идентификации возникающих профессиональных рисков.

Таблица 2 – Выявление и анализ источников возникновения производственных рисков

Наименование технологической операции	Формулировка вредного или опасного фактора, который возникает в процессе выполнения данной операции технологического процесса
Мойка	- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны
Дефектация	- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны
Подготовка	- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны
Пайка	- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; - опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги; - инфракрасное излучение;
Контроль	- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

В ходе оценки выделены негативные производственные факторы, устранение действие которых будет выполнено далее.

3.3 Методики и технические средства для устранения профессиональных рисков

В ходе оценки выделены семь негативные производственные факторы: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышенное значение напряжения в электрической цепи, повышенная температура поверхностей, инфракрасное излучение.

Главными условиями безопасной работы и соблюдения установленных норм по экологии при всех видах пайки должны быть:

- постоянный контроль за предельно допустимыми концентрациями ядовитых газов, паров пыли в производственном помещении;
- обязательное соблюдение технологического процесса;
- применение, разрешенных к производству материалов;
- обученность производственного персонала;
- исправное состояние применяемого оборудования;
- использование при пайке новейших технологий.

Технические средства и организационные мероприятия по защите от перечисленных негативных производственных факторов представлены в таблице 3.

Для индивидуальной защиты жизни и здоровья рабочих предлагается оснастить их средствами индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты используются: специальная одежда, перчатки, защитные очки, маски, резиновые коврики и средства защиты органов дыхания. Разработки специальных технических средств и организационных мероприятий для защиты персонала не требуется.

Таблица 3 – Предлагаемые методики и технические средства для обеспечения производственной безопасности

Формулировка вредного или опасного фактора, который возникает в процессе выполнения данной операции технологического процесса	Перечень организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих устранение вредного производственного фактора
1) острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	1) организация и проведение периодического инструктажа работников на предмет соблюдения техники безопасности 2) оснащение рабочих мест предупреждающими плакатами и табличками
2) движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования	1) оснащение рабочих мест предупреждающими плакатами и табличками 2) устройства защитного отключения привода станков 3) ограничение проникновения персонала в опасную зону применением ограждений
3) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	устройства местного удаления загрязненного воздуха и общеобменной вентиляции
4) повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	1) контроль изоляции и заземления 2) организация и проведение периодического инструктажа работников на предмет соблюдения техники безопасности 3) защитное заземление, защитное отключение
5) повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	1) организация и проведение периодического инструктажа работников на предмет соблюдения техники безопасности 2) оснащение рабочих мест предупреждающими плакатами и табличками
6) инфракрасное излучение в рабочей зоне сверх безопасных значений уровня инфракрасной радиации	1) ограничение проникновения персонала в опасную зону применением ограждений 2) защитные экраны

Представленные в таблице 3 технические средства и мероприятия позволяют устранить негативные производственные факторы и обеспечить требуемую безопасность персонала при выполнении проектного технологического процесса.

3.4 Пожарная безопасность рассматриваемого технологического объекта

Сварка и пайка являются процессами, при которых происходит нагрев до высоких температур, разбрызгивание металла, тепловое излучение высокой интенсивности. Для защиты предприятия от возможного возникновения пожара следует идентифицировать опасные факторы возможного пожара на рассматриваемом производственном участке, что показано в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Наименование участка	Участок, на котором осуществляется сборка и пайка
Наименование оборудования	Оборудование для подготовки, контроля, сборки и пайки
Классификация по виду горящего вещества	Пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е)
Наименование основных опасных факторов пожара	Резкое повышение температуры на участке и вокруг него; выделение при горении токсичных продуктов и угарного газа; выделение аэрозолей, снижающих видимость на участке и вокруг него.
Наименование вторичных опасных факторов пожара	Короткие замыкания на оборудовании, запитанном высоким электрическим напряжением; действие на людей, находящихся в районе возгорания продуктов разложения составов, используемых для пожаротушения

Возникающий на рассматриваемом предприятии пожар относится к классу «Е», который предполагает горение материалов и веществ при наличии опасного напряжения. Основными негативными факторами возможного пожара являются тепловой поток, разлетающиеся искры, повышенная температура воздуха, открытое пламя, токсические продукты термического разложения и горения, плохая видимость вследствие задымления, снижение концентрации кислорода в воздухе. Также следует указать на наличие сопутствующих отрицательных проявлений пожара, к которым относят нарушение целостности изоляции и порчу электрического

оборудования, отравление персонала используемыми при тушении химическими веществами, порчу оборудования используемыми при тушении химическими веществами. В таблице 5 приведены технические средства по устранению этих факторов.

Таблица 5 – Технические средства, обеспечивающие устранение опасных факторов при пожаре

Первичные средства пожаротушения	Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.
Мобильные средства пожаротушения	Специализированные расчеты (вызываются)
Стационарные установки системы пожаротушения	Нет необходимости
Средства пожарной автоматики	Установки пожарной сигнализации, пожарного оповещения
Пожарное оборудование	Пожарный кран
Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	План эвакуации
Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Ведро конусное, лом, лопата штыковая
Пожарные сигнализация, связь и оповещение	Кнопка оповещения, звуковые оповещатели, речевые оповещатели, световые оповещатели

Предложенные в настоящем разделе технические средства и мероприятия позволяют максимально снизить риск возникновения пожара и своевременно устранить негативные факторы при его возникновении.

3.5 Вопросы обеспечения экологической безопасности

Реализация предлагаемых в настоящей выпускной квалификационной работе технических решений приводит к возникновению негативного антропогенного действия на окружающую среду. При этом следует обеспечить защиты основных элементов нашего ареала обитания: атмосферы, гидросферы и литосферы. Предлагаемые средства для защиты от антропогенного воздействия представлены в таблице 6 и включают в себя набор стандартных методик и технических средств.

Таблица 6 – Предложенные мероприятия по уменьшению антропогенного действия на окружающую среду при реализации проектной технологии

Наименование составляющего среды	Производственный участок сборки и сварки с установленным на нём технологическим оборудованием
Атмосфера	Установка в вентиляционную систему цеха специальных улавливающих фильтров, обеспечивающих задержку выделяющихся при сварке и работе оборудования вредных веществ
Гидросфера	Обеспечить отсутствие протечек масла из гидравлических систем применяемого оборудования. В случае обнаружения таких протечек своевременно их устранять
Литосфера	Размещение на территории предприятия специализированных емкостей для селективного сбора производственного мусора. Проведение инструктажа работников на предмет соблюдения мероприятий по сбору промышленного мусора и отходов.

Под экологическим мониторингом следует понимать организованный мониторинг окружающей среды, при котором, во-первых, обеспечивается постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (растений, животных, микроорганизмов и тд.), а также оценка состояния и функциональной ценности экосистемы, во-вторых, создаются условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

В систему мониторинга должны входить следующие основные процедуры:

- выделение (определение) объекта наблюдения;
- обследование выделенного объекта наблюдения;
- составление информационной модели для объекта наблюдения;
- планирование наблюдений;
- оценка состояния объекта наблюдения и идентификация его информационной модели;
- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения;
- представление информации в удобной для использования форме и доведения ее до потребителя.

Особое внимание следует уделить организации селективного сбора мусора, который в значительных количествах накапливается на производственных участках. Раздельный сбор отходов позволяет выполнять эффективный рециклинг, что не только уменьшает нагрузку на окружающую среду, но и позволяет получать значительный экономический эффект за счёт экономии ресурсов.

Таким образом, предложенные мероприятия позволяют уменьшить антропогенное воздействие на окружающую среду.

Выполнение операций проектного технологического процесса, который был представлен в исполнительском разделе настоящей выпускной квалификационной работы, приводит к возникновению негативных производственных факторов и негативных экологических факторов.

Выполненная идентификация этих негативных факторов позволила предложить стандартные методики и технические средства для защиты персонала и окружающей среды.

4 Экономическое обоснование предлагаемых в выпускной квалификационной работе решений

4.1 Анализ исходной информации по базовой и проектной технологиям

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена решению вопроса повышения эффективности пайки при ремонте радиаторов автомобиля.

Базовая технология ремонта предусматривает применение аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. В ходе анализа исходных данных сформулированы недостатки базовой технологии:

- образование большого числа мест с нарушением герметичности системы;
- низкая производительность ремонтных работ;
- высокие требования к квалификации сварщика;
- низкая экономическая эффективность базовой технологии.

При анализе альтернативных способов ремонта автомобильного радиатора рассмотрены такие способы, как аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, применение герметизирующих составов, склеивание и пайка. На основании анализа преимуществ и недостатков каждого способа предложено построение проектной технологии ремонта радиатора проводит с использованием процессов пайки.

При выполнении исполнительского раздела настоящей выпускной квалификационной работы была составлена проектная технология ремонтной пайки.

В таблице 7 представлены исходные данные для проведения экономических расчётов по рассматриваемым вариантам технологии сборки и сварки с учётом рыночной стоимости используемого оборудования и вспомогательных затрат.

Таблица 7 – Исходные данные для проведения экономических расчётов по рассматриваемым вариантам технологии

Экономический показатель	Принятое в расчётной формуле буквенное обозначение показателя	Единица измерения экономического показателя	Значение экономического показателя применительно к базовой и проектной технологиям	
			Базовая технология	Проектная технология
«Число рабочих смен в сутках	$K_{см}$	-	2	2
Разряд работников	P_p	-	V	V
Часовая тарифная ставка	$Cч$	Р/час	200	200
Коэффициент доплат	$K_{доп}$	%	12	12
Коэффициент отчислений на дополнительную ЗП	K_d	-	1,88	1,88
Коэффициент отчислений на социальные нужды	$K_{сн}$	%	34	34
Коэффициент выполнения нормы	$K_{вн}$	-	1,1	1,1
Стоимость оборудования	$Ц_{об}$	руб.	750 тыс.	150 тыс.
Норма амортизации оборудования	K_a	%	21,5	21,5
Мощность оборудования	$M_{уст}$	кВт	10	2
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{т-з}$	%	5	5
Стоимость электрической энергии	$Ц_{э-э}$	Р/ кВт	3,4	3,4
Коэффициент полезного действия	$K_{пд}$	-	0,85	0,85
Коэффициент затрат на монтаж и демонтаж оборудования	$K_{мон}$ $K_{дем}$	%	3	5
Площадь под оборудование	S	м ²	40	40
Стоимость эксплуатации площадей	$C_{эксп}$	(Р/м ²)/год	2000	2000
Цена производственных площадей	$Ц_{пл}$	Р/м 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» [9]	$K_{зав}$	-	1,15	1,15

Дальнейшие расчёты с использованием представленных выше данных предполагают оценку затрат на осуществление технологического процесса по проектному и базовому вариантам.

4.2 Оценка фонда времени работы оборудования

При выполнении операций проектного технологического процесса и базового технологического процесса происходит работа оборудования в течение заданного времени. Величина заработной платы и вспомогательных затрат рассчитываются с учётом фонда времени работы оборудования, который следует рассчитать по исходным данным, представленным выше. Также следует принимать во внимание, что время работы оборудования позволяет рассчитать амортизационные отчисления и затраты на производственные площади. В проектом технологическом процессе и базовом технологическом процессе предусматривается выполнение операций в течение одинакового количества смен. Поэтому годовой фонд времени для проектного технологического процесса по отношению к годовому фонду времени базового технологического процесса не изменится.

Количество рабочих дней для одного года принимаем равным $D_p=277$, при этом продолжительность рабочей смены составляет $T_{см}=8$ часов. Также следует принимать во внимание уменьшение рабочей смены на величину $T_{п}=1$ час в предпраздничные дни, количество которых для одного календарного года составляет $D_{п}=7$ дней. Для количества рабочих смен $K_{см}=1$ рассчитываем годовой фонд времени:

$$F_H = (D_p \cdot T_{см} - D_{п} \cdot T_{п}) \cdot K_{см} . \quad (1)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $F_H = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2209$ часов. Значение эффективного фона рабочего времени следует вычислить с учётом задаваемых потерь рабочего времени $V=7\%$:

$$F_3 = F_H(1 - V/100). \quad (2)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $F_3 = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054$ часов.

4.3 Оценка штучного времени при выполнении операций проектного и базового вариантов технологии

Величину штучного времени, которое будет затрачиваться на выполнение операций проектного технологического процесса и базового технологического процесса, рассчитываем с учётом нормирования труда по выполняемым операциям согласно технологической карте. Штучное время $t_{шт}$ включает в себя затраты времени на выполнение основных операций проектного и базового технологического процессов (машинное время $t_{маш}$), подготовительных и вспомогательных операций (вспомогательное время $t_{всп}$), личный отдых (время отдыха $t_{отд}$), подготовительно-заключительное время $t_{п-з}$ и времени на мелкий ремонт и обслуживание оборудования (время обслуживания $t_{обсл}$):

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $t_{шт.баз} = 1,6 \cdot (100\% + 50\% + 10\% + 10\% + 5\%) = 2$ часа и $t_{шт.проектн.} = 0,8 \cdot (100\% + 50\% + 10\% + 10\% + 5\%) = 1$ час.

Размер годовой программы $\Pi_{г}$ рассчитывается с учётом рассчитанных выше штучного времени для проектного и базового вариантов технологии, а также с учётом ранее определённого годового фонда времени работы оборудования:

$$\Pi_{г} = F_{\text{в}} / t_{шт} . \quad (4)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $\Pi_{г.баз.} = 2054/2 = 1027$ радиаторов для базового технологического процесса и $\Pi_{г.пр.} = 2054/1 = 2054$ радиаторов для проектного технологического процесса. На основании анализа потребности отрасли в рассматриваемом оборудовании принимаем размер годовой программы для проектного варианта технологии и базового варианта технологии $\Pi_{г} = 400$ радиаторов в год.

Требуемое количество технологического оборудования определяем с учётом ранее рассчитанного штучного времени для проектного варианта технологии и базового варианта технологии. При этом следует учесть коэффициент выполнения нормы $K_{\text{вн}} = 1,03$. Выполняем расчёт:

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $n_{\text{расч}} = 2 \cdot 400 / (2054 \cdot 1,03) = 0,4$ для базового варианта технологического процесса; $n_{\text{расч}} = 1 \cdot 400 / (2054 \cdot 1,03) = 0,2$ для проектного варианта технологического процесса.

В дальнейшем при выполнении экономических расчётов количество оборудования для выполнения операций базового технологического процесса принимаем $n=1$. Количество оборудования для выполнения операций проектного технологического процесса принимаем $n=1$. На основании этого выполним расчёт коэффициента загрузки оборудования $K_{\text{з}}$ для базового и проектного вариантов технологии:

$$K_{\text{з}} = n_{\text{расч}} / n. \quad (6)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $K_{\text{з}} = 0,4/1 = 0,4$ для базового варианта технологического процесса и $K_{\text{з}} = 0,2/1 = 0,2$ для проектного варианта технологического процесса.

Значение величины коэффициента загрузки оборудования $K_{\text{з}}$ для проектного и базового вариантов технологического процесса в дальнейшем понадобятся для расчёта капитальных затрат на построение технологии.

При расчётах следует принимать во внимание, что производительность в проектной технологии по сравнению с базовой технологией значительно увеличилась. Это приводит либо к уменьшению количества применяемого оборудования, либо к уменьшению коэффициента загрузки оборудования. В настоящей выпускной квалификационной работе уменьшается коэффициент загрузки оборудования.

4.4 Расчёт заводской себестоимости при осуществлении операций технологического процесса по рассматриваемым вариантам

Выполнение операций проектного технологического процесса и операций базового технологического процесса происходят с применением расходных материалов, затраты на которые рассчитываются в зависимости от коэффициента транспортно-заготовительных расходов $K_{ТЗ}$, цены материалов C_M и нормы расходов материалов N_p по формуле:

$$M = C_M \cdot N_p \cdot K_{ТЗ} . \quad (7)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину (аргон + пруток): $M=300+180 = 480$ рублей для операций базового технологического процесса; для операций проектного технологического процесса (пропан, флюс, припой, кислород): $M= 130 + 280+ 50 + 90 = 555$ рублей.

Величина основной заработной платы рассчитывается на основании штучного времени $t_{шт}$, часовой тарифной ставки $C_ч$ и коэффициента доплат K_d , который для рассматриваемой выпускной квалификационной работы принимается равным $K_d = 1,88$:

$$Z_{осн} = t_{шт} \cdot C_ч \cdot K_d. \quad (8)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $Z_{осн} = 2 \cdot 200 \cdot 1,88 = 752$ рублей для базового варианта технологического процесса и $Z_{осн} = 1 \cdot 200 \cdot 1,88 = 376$ рублей для проектного варианта технологического процесса.

Величина дополнительной заработной платы $Z_{доп}$ рассчитывается в зависимости от рассчитанной выше основной заработной платы $Z_{осн}$ и коэффициента доплат $K_{доп}$, который для рассматриваемой выпускной квалификационной работы принимается равным $K_{доп} = 12 \%$:

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить

расчётную величину: $Z_{\text{доп}} = 752 \cdot 12 / 100 = 90$ рублей для операций базового технологического процесса и $Z_{\text{доп}} = 376 \cdot 12 / 100 = 45$ рублей для операций проектного технологического процесса.

Величина фонда заработной платы ФЗП рассчитывается как сумма основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ и дополнительной заработной платы $Z_{\text{доп}}$. Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $\text{ФЗП} = 752 + 90 = 842$ рублей для операций базового технологического процесса и $\text{ФЗП} = 376 + 45 = 421$ рублей для операций проектного технологического процесса.

Отчисления на социальные нужды $O_{\text{сн}}$ рассчитываем с учётом коэффициента отчислений на социальные нужды $K_{\text{сн}}$, который для рассматриваемой выпускной квалификационной работы принимается равным $K_{\text{сн}} = 34 \%$:

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $O_{\text{сн}} = 842 \cdot 34 / 100 = 286$ рублей для операций базового технологического процесса и $O_{\text{сн}} = 421 \cdot 34 / 100 = 143$ рублей для операций проектного технологического процесса.

Величину затрат на оборудование $Z_{\text{об}}$ определяем расчётным путём на основании амортизационных отчислений $A_{\text{об}}$ и затрат на электрическую энергию P_3 :

$$Z_{\text{об}} = A_{\text{об}} + P_3. \quad (11)$$

При вычислении амортизационных отчислений $A_{\text{об}}$ следует учитывать норму амортизации H_a , которая для рассматриваемой выпускной квалификационной работы составляет $H_a = 21,5 \%$. Также в расчёт включено машинное время $t_{\text{маш}}$, которое ранее было рассчитано для операций проектной и базовой технологий. В формулу включены также эффективный годовой фонд времени работы оборудования F_3 и цена оборудования $\Pi_{\text{об}}$.

$$A_{\text{об}} = \frac{\Pi_{\text{об}} \cdot H_a \cdot t_{\text{маш}}}{F_3 \cdot 100}. \quad (12)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $A_{об.} = 750000 \cdot 21,5 \cdot 2 / 2054 / 100 = 157$ рублей по базовому варианту технологии, по проектному варианту технологии: $A_{об.} = 150000 \cdot 21,5 \cdot 1 / 2054 / 100 = 16$ рублей.

Затраты на электрическую энергию при выполнении операций по проектному технологическому процессу рассчитываются с учётом мощности оборудования $M_{уст}$, КПД оборудования, машинного времени $t_{маш}$ и стоимости электрической энергии для предприятий $Ц_{ээ}$:

$$P_{ээ} = M_{уст} \cdot t_{маш} \cdot Ц_{ээ} / КПД. \quad (13)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $P_{ээ} = 10 \cdot 2 \cdot 3,4 / 0,85 = 80$ рублей для базового варианта технологического процесса, $P_{ээ} = 2 \cdot 1 \cdot 3,4 / 0,85 = 8$ рублей для проектного технологического процесса.

После подстановки рассчитанных выше значений в формулу (11) вычисляем затраты на оборудование: $Z_{об} = 157 + 80 = 237$ рублей по базовому технологическому процессу и $Z_{об} = 16 + 8 = 24$ рублей по проектному технологическому процессу.

Размер технологической себестоимости $C_{тех}$ определяется исходя из ранее определённых значений затрат на материалы M , отчислений на социальные нужды $O_{сн}$, фонда заработной платы ФЗП и затрат на оборудование $Z_{об}$:

$$C_{тех} = M + ФЗП + O_{сн} + Z_{об}. \quad (14)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $C_{тех} = 480 + 842 + 286 + 237 = 1845$ рублей для базового варианта технологического процесса, и для проектного технологического процесса $C_{тех} = 555 + 421 + 143 + 24 = 1143$ рублей.

Размер цеховой себестоимости $C_{цех}$ определяется исходя из ранее определённой технологической себестоимости $C_{тех}$, коэффициента цеховых расходов $K_{цех}$ и основной заработной платы $Z_{осн}$:

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину: $C_{\text{цех}}=1845 + 1,5 \cdot 752 = 1845 + 1128 = 2973$ рублей для базового технологического процесса и для проектного технологического процесса $C_{\text{цех}}=1143 + 1,5 \cdot 376 = 1143 + 564 = 1707$ рублей.

Размер заводской себестоимости $C_{\text{зав}}$ определяется исходя из ранее определённой цеховой себестоимости $C_{\text{цех}}$, коэффициента заводских расходов и основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$:

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $C_{\text{зав}} = 2973 + 1,15 \cdot 752 = 2973 + 865 = 3838$ рублей для базового варианта технологии, и для проектного технологического процесса $C_{\text{зав}} = 1707 + 1,15 \cdot 376 = 1707 + 432 = 2139$ рублей.

В таблице 8 представлена калькуляция заводской стоимости выполнения операций по базовому варианту технологического процесса и проектному варианту технологического процесса.

Таблица 8 – Исходные данные и расчёт заводской стоимости при выполнении операций согласно базового технологического процесса и согласно проектного технологического процесса

Показатель	Условное обозначение	Калькуляция, руб.	
		Базовый вариант	Проектный вариант
1. «Затраты на материалы	М	480	555
2. Фонд заработной платы	ФЗП	842	421
3. Отчисления на соц. нужды	Осн	286	143
4. Затраты на оборудование	Зоб	237	24
6. Технологическая себестоимость	Стех	1845	1143
7. Цеховые расходы	Рцех	1128	564
8. Цеховая себестоимость	Сцех	2973	1707
9. Заводские расходы	Рзав	865	432
10. Заводская себестоимость» [12]	$C_{\text{зав}}$	3838	2139

Значительное снижение технологической и заводской себестоимости при изготовлении по проектному варианту технологии по сравнению с

базовым вариантом технологии объясняется высокой производительностью труба и повышение стабильности качества выпускаемой продукции. При этом предлагаемые технические решения и организационные мероприятия позволили как повысить качество, так и увеличить производительность работ. При этом себестоимость выпуска продукции уменьшается. Что доказывается проведёнными экономическим расчётами.

Дальнейшие работы направлены на определение величины капитальных вложений при реализации проектной технологии и реализации базовой технологии. Далее будут вычислены экономические показатели предлагаемых решений и сделан вывод об эффективности внедрения этих решений в производственный процесс.

4.5 Капитальные затраты при реализации проектного и базового вариантов технологии

Вычисляем капитальные затраты $K_{\text{общ. б.}}$ на реализацию технологического процесса по базовому варианту. Расчёт следует выполнять с учётом коэффициента загрузки оборудования K_p и остаточной стоимости оборудования $\Pi_{\text{об. б.}}$.

Величину остаточной стоимости оборудования определяем с учётом рыночной стоимости аналогичного нового оборудования $\Pi_{\text{перв.}}$, срока службы оборудования $T_{\text{сл}}$ и нормы амортизационных отчислений N_a :

$$\Pi_{\text{об. б.}} = \Pi_{\text{перв.}} - (\Pi_{\text{перв.}} \cdot T_{\text{сл}} \cdot N_a / 100). \quad (17)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $\Pi_{\text{об. б.}} = 750000 - (750000 \cdot 3 \cdot 21,5 / 100) = 266000$ рублей.

Капитальные затраты по базовой технологии могут быть рассчитаны как:

$$K_{\text{общ. б.}} = \Pi_{\text{об. б.}} \cdot K_{3.б.} \quad (18)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $K_{\text{общ. б.}} = 1 \cdot 266000 \cdot 0,4 = 106000$ рублей.

Расчёт капитальных затрат $K_{\text{общ. пр.}}$ при реализации проектной технологии требует учёта капитальных вложений в производственные площади $K_{\text{пл. пр.}}$, сопутствующих затрат $K_{\text{соп}}$ и капитальных затрат на оборудование $K_{\text{об. пр.}}$:

$$K_{\text{общ. пр.}} = K_{\text{об. пр.}} + K_{\text{пл. пр.}} + K_{\text{соп.}} \quad (19)$$

Величина капитальных затрат на оборудование для реализации проектного варианта технологического процесса рассчитывается с учётом коэффициента транспортно-заготовительных расходов, значение которого для настоящей выпускной квалификационной работы составило $K_{\text{тз}}=1,05$, цены оборудования $\text{Ц}_{\text{об}}$ и коэффициента загрузки оборудования $K_{\text{з}}$:

$$K_{\text{об. пр.}} = \text{Ц}_{\text{об. пр.}} \cdot K_{\text{тз}} \cdot K_{\text{зп.}} \quad (20)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $K_{\text{об. пр.}} = 150000 \cdot 1,05 \cdot 0,2 = 32000$ рублей.

Величина сопутствующих затрат $K_{\text{соп}}$ рассчитывается с учётом расходов на демонтаж $P_{\text{дем}}$ оборудования по базовому технологическому процессу и монтаж $P_{\text{мон}}$ оборудования по проектному технологическому процессу.

Расходы на демонтаж с учётом коэффициента расходов на демонтаж оборудования $K_{\text{дем}} = 0,05$ рассчитываются как

$$P_{\text{дем}} = \text{Ц}_{\text{об. б.}} \cdot K_{\text{д.}} \quad (21)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $P_{\text{дем}} = 1 \cdot 750000 \cdot 0,05 = 38000$ рублей.

Расходы на монтаж с учётом коэффициента расходов на монтаж оборудования $K_{\text{мон}} = 0,05$ рассчитываются как

$$P_{\text{монт}} = \text{Ц}_{\text{об. пр.}} \cdot K_{\text{м.}} \quad (22)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $P_{\text{монт}} = 150000 \cdot 0,05 = 8000$ рублей.

Величина сопутствующих расходов определяется как

$$P_{\text{соп}} = P_{\text{дем}} + P_{\text{монт}}. \quad (23)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $P_{\text{соп}} = 38000 + 8000 = 46000$ рублей.

Далее с использованием подставленных в формулу (19) значений получили общие капитальные затраты $K_{\text{общ. пр.}} = 32000 + 46000 = 78000$ рублей.

Расчёт дополнительных капитальных вложений $K_{\text{доп}}$ проводим с учётом капитальных затрат для проектной технологии $K_{\text{общ. пр}}$ и капитальных затрат по базовой технологии $K_{\text{общ. б}}$:

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $K_{\text{доп}} = 106000 - 78000 = 28000$ рублей.

Величину удельных капитальных вложений определяем с учётом годовой программы Π_r :

$$K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / \Pi_r. \quad (25)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $K_{\text{уд}} = 106000/400 = 265$ рублей за единицу продукции по базовой технологии и $K_{\text{уд}} = 3402000/400 = 195$ рублей за единицу продукции по проектной технологии.

4.6 Показатели экономической эффективности

Для выполнения экономического обоснования настоящей выпускной квалификационной работы рассчитаем основные показатели эффективности.

Снижение трудоемкости $\Delta t_{\text{шт}}$ рассчитывается как

$$\Delta t_{\text{шт}} = (t_{\text{шт б}} - t_{\text{шт пр}}) \cdot 100 \% / t_{\text{шт б}}. \quad (26)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $\Delta t_{шт} = (2-1) \cdot 100 \% / 2 = 50 \%$.

Повышение производительности P_T рассчитывается как

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $P_T = 100 \cdot 87 / (100 - 87) = 100 \%$.

Уменьшение технологической себестоимости $\Delta C_{тех}$ рассчитывается как

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $\Delta C_{тех} = (1845 - 1143) \cdot 100\% / 1845 = 38 \%$.

Размер условно-годовой экономии $P_{ож}$ рассчитывается как

$$P_{ож} = \mathcal{E}_{уг} = (C_{зав.б.} - C_{зав.пр.}) \cdot P_T. \quad (29)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $P_{ож} = (3838 - 2139) \cdot 400 = 679600$ рублей.

Длительность срока окупаемости предлагаемых мероприятий $T_{ок}$ составляет:

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

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $T_{ок} = 106000 / 679600 = 0,2$ года.

Величина годового экономического эффекта $\mathcal{E}_Г$ рассчитывается как

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{уг} - E_n \cdot K_{доп}. \quad (31)$$

Представленные выше исходные значения позволяют получить расчётную величину $\mathcal{E}_Г = 679600 - 0,33 \cdot 28000 = 0,67$ млн. руб.

Значительное снижение технологической и заводской себестоимости при изготовлении по проектному варианту технологии по сравнению с базовым вариантом технологии объясняется высокой производительностью труба и повышение стабильности качества выпускаемой продукции. При

этом предлагаемые технические решения и организационные мероприятия позволили как повысить качество, так и увеличить производительность работ. При этом себестоимость выпуска продукции уменьшается. Что доказывается проведёнными экономическим расчётами.

Проведенные экономические расчёты позволяют судить о высокой эффективности предлагаемых в настоящей выпускной квалификационной работе решениях. Производительность труда повышается на 100 %. Уменьшение технологической себестоимости составило 38 %. При этом за счёт повышения производительности труда и снижения издержек удалось получить годовой экономический эффект в размере 0,67 млн. рублей. Средства, затраченные на внедрение предлагаемых в настоящей выпускной квалификационной работе решений, будут окуплены за 0,2 года.

Следует принимать во внимание, что рассчитанный экономический эффект получен для одного предприятия, работа которого проходит в конкретных условиях. Предложенные в настоящей выпускной квалификационной работе технические решения и организационные мероприятия могут быть перенесены на всю отрасль, в пределах которой экономический эффект будет многократно масштабирован.

При внедрении предлагаемых технологических решений и организационных мероприятий в масштабах отрасли следует ожидать экономический эффект, измеряемый в сотнях миллионов рублей.

Заключение

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена решению вопроса повышения эффективности пайки при ремонте радиаторов автомобиля.

Базовая технология ремонта предусматривает применение аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. В ходе анализа исходных данных сформулированы недостатки базовой технологии:

- образование большого числа мест с нарушением герметичности системы;
- низкая производительность ремонтных работ;
- высокие требования к квалификации сварщика;
- низкая экономическая эффективность базовой технологии.

При анализе альтернативных способов ремонта автомобильного радиатора рассмотрены такие способы, как аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, применение герметизирующих составов, склеивание и пайка. На основании анализа преимуществ и недостатков каждого способа предложено построение проектной технологии ремонта радиатора проводим с использованием процессов пайки.

При выполнении исполнительского раздела настоящей выпускной квалификационной работы была составлена проектная технология ремонтной пайки.

Производительность труда повышается на 100 %. Уменьшение технологической себестоимости составило 38 %. При этом за счёт повышения производительности труда и снижения издержек удалось получить годовой экономический эффект в размере 0,67 млн. рублей.

На основании вышеизложенного следует признать поставленную цель достигнутой. Предлагаемые в работе технические решения и организационные мероприятия предлагается внедрить на предприятиях, выполняющих ремонт автомобильных радиаторов.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Барабохин Н. С., Бушуев Ю. Г., Шульгина Е. В. Технологические особенности сварки высокопрочного алюминиевого сплава 1460 // Сварочное производство. 1999. № 11. С. 12–14.
2. Белов С. В. Охрана окружающей среды. М. : Машиностроение, 1990. 372с.
3. Голубев О. П., Кручер И. Л., Никишина О. С. Применение клеевых составов при техническом сервисе автомобилей // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. № 1. С. 59–64.
4. Горина Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учебное пособие. Тольятти : ТолПИ, 2000. 68 с.
5. Злобин С. К. Пайка тонкостенных волноводных трактов из сплавов на основе алюминия с использованием индукционного нагрева // Решетниковские чтения. 2010. С. 59–60.
6. Иванов В. Е., Легкова И. А., Колобов М. Ю. Восстановление работоспособности деталей узлов системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания пожарного автомобиля клеевыми составами // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. 2020. № 2
7. Ищенко А. Я., Чаюн А. Г., Белецкий В. М. Особенности сварки плавлением высокопрочного алюминиевого сплава 01420 // Автоматическая сварка. 1977. № 3. С. 38–41.
8. Климов А. С. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-метод. пособие по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра. Тольятти : ТГУ, 2021. 62 с.
9. Краснопевцева И. В. Экономическая часть дипломного проекта : метод. указания. Тольятти : ТГУ, 2008. 38 с.
10. Кудинова Г. Э. Организация производства и менеджмент : метод. указания к выполнению курсовой работы. Тольятти : ТГУ, 2005. 35 с.

11. Кулинич М. В., Запорожец Т. В., Гусак А. М. Расчёт тепловых полей в процессе соединения алюминиевых пластин через промежуточные прослойки при локальном нагреве зоны соединения // Автоматическая сварка. 2019. № 4. С. 15–24.

12. Лукьянов В. Ф., Фомин В. Н., Моисеенко В. П. Влияние окисных включений на прочность сварных соединений сосудов давления из сплава АМгб // Сварочное производство. 1970. № 6. С. 24–27.

13. Моисеенко И. Г. Лукашин Н. В. К вопросу о повышении герметичности сварных ёмкостей из сплава АМгб // Сварочное производство. 1969. № 8. С. 31–32.

14. Моисеенко И. Г., Столбов В. И., Турченко М. А. Окисные включения при сварке сплава АМгб // Сварочное производство. 1968. № 5. С. 23–24.

15. Никитинский А. М. Пайка алюминия и его сплавов. М. : Машиностроение, 1983. 192 с.

16. Патент 2441736 РФ, МПК В23К35/26. Припой для пайки алюминия и его сплавов / Конкевич В. Ю., Горностаев И. Н., Никишин В. А. Заявл. 24.22.2010; опубл. 10.02.2012. Бюл. № 4. 5 с.

17. Патент РФ 2627311, МПК В23К 35/363. Флюс для пайки алюминия / Дьяков В. Е. заявл. 11.05.2016; опубл. 07.08.2017, Бюл. № 22. 5 с.

18. Рабкин Д. М., Игнатьев В. Г., Довбищенко И. В. Сварка алюминия и его сплавов. Киев : Изд-во "Наукова думка", 1983. 80 с.

19. Рыльников В. С., Лукин В. И. Припои, применяемые для пайки материалов авиационного назначения // Труды ВИАМ. 2013. № 8. С. 11–18.

20. Рыльников В. С., Лукин В. И. Припои, применяемые для пайки материалов авиационного назначения // Труды ВИАМ. 2013. № 8.

21. Семешин А. Л., Буравцов С. А. Использование электролизно-водных аппаратов при пайке радиаторов системы охлаждения ДВС // Современные материалов, техника и технологии. 2017. № 1. С. 195–203.

22. Семешин А. Л., Мокрецов Н. А. Современные технологии ремонта радиаторов системы охлаждения ДВС // Агротехника и энергообеспечение. 2014. № 1. С. 351–356.

23. Степанов В. В., Конкевич В. Ю., Суслов А. А. Перспективы повышения прочности паяных конструкций из алюминиевых сплавов // Сварочное производство. 2006. № 8. С. 37–42.

24. Сторчай Е. И., Горбатский Ю. В., Лантушенко Л. С. Некоторые аспекты технологии высокотемпературной бесфлюсовой пайки алюминиевых сплавов // Автоматическая сварка. 2009. № 9. С. 43–49.

25. Успенский А. Н., Саханский С. П. Автоматизация процесса пайки конструкций из алюминиевых сплавов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. С. 412–413.

26. Филатов Ю. А. Алюминиевые сплавы системы Al-Mg-Sc для сварных и паяных конструкций // Технология лёгких сплавов. 2013. № 2. С. 36–42.

27. Филатова А. В. Статистический анализ работы предприятия ОАО «Бугурусланский завод Радиатор» // Вестник САМГУ. 2010. № 7. С. 78–84.

28. Хорунов В. Ф., Сабадац О. М. Флюсовая дуговая пайка алюминия с оцинкованной сталью // Автоматическая сварка. 2013. № 2. С. 32–37.