

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование кафедры полностью )

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиля)/, специализации)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Восстановление контролирующей планки при механической обработке кулака поворотного»

Студент	<u>А.С. Кузнецов</u>	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	<u>К.В. Моторин</u>	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u>	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>А.П. Москалюк</u>	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u>	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

### Допустить к защите

Заведующий кафедрой

д.т.н, профессор В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, ИО Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Данная бакалаврская работа представляет собой анализ и разработку технологии увеличения срока службы при ремонте контролирующей планки.

Работа содержит пояснительную записку на 58 страницах и 6 чертежей формата А1.

Целью работы является повышение производительности при ремонте контролирующей планки.

В процессе работы были решены следующие задачи:

- 1) Проведен анализ вероятных способов наплавки и выбран подходящий для планки;
- 2) Разработан технологический процесс восстановления выбранного способа наплавки для планки;
- 3) Выбрано оборудование и оснастку для реализации предложенного технологического процесса;
- 4) Выявлены вредные и опасные факторы при восстановлении контролирующей планки;
- 5) Рассчитана экономическая действительность данной работы.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПЛАНКИ.....	6
1.1 Описание поворотного кулака и контролирующей планки и условия их эксплуатации .....	6
1.2 Анализ свойств материала планки .....	9
1.3 Анализ базового варианта ремонта планки .....	10
1.4 Анализ возможных вариантов наплавки (ремонта) планки .....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПЛАНКИ.....	18
2.1 Разработка технологического процесса восстановления контролирующей планки.....	18
2.2 Разборка контролирующей планки .....	18
2.3 Подготовка деталей к наплавке .....	20
2.4 Наплавка контролирующей планки .....	21
2.5 Зачистка контролирующей планки .....	23
2.6 Контроль контролирующей планки .....	24
2.7 Сборка контролирующей планки.....	24
3 ВЫБОР И РАЗБОРКА ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПЛАНКИ .....	26
3.1 Сварочное оборудование для восстановления контролирующей планки .....	26
3.2 Приспособления и оснастка для наплавки контролирующей планки....	31
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА .....	32
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	32
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	34
4.3 Способы и устройства средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Предотвращение пожара.....	37
4.5 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	37

5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ .....	40
5.1 Расчет штучного времени на основные операции процесса.....	41
5.2 Капитальные вложения в оборудование .....	42
5.2.1 Общие капитальные вложения в оборудование .....	42
5.3 Удельные капитальные вложения в оборудование.....	44
5.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов.....	44
5.4.1 Затраты на материалы.....	44
5.4.2 Затраты на технологическую энергию .....	45
5.4.3 Затраты на содержание оборудования .....	46
5.4.4 Затраты на содержание производственных площадей.....	47
5.5 Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды .....	47
5.5.1 Основная заработная плата основных производственных рабочих ....	48
5.5.2 Дополнительная заработная плата производственных рабочих .....	48
5.5.3 Отчисления на социальные нужды .....	49
5.6 Технологическая себестоимость изделия .....	49
5.7 Цеховая себестоимость изделия .....	49
5.8 Заводская себестоимость изделия.....	50
5.9 Полная себестоимость изделия.....	50
5.10 Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости изготовления изделия .....	52
5. 11 Срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций).....	52
5.12 Коэффициент сравнительной экономической эффективности .....	53
5.13 Снижение трудоёмкости изготовления изделия .....	53
5.14 Повышение производительности труда.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56

## ВВЕДЕНИЕ

На предприятии ПАО «АвтоВАЗ» в производстве 24U10, изготавливают и собирают детали для автомобилей «Калина», «Гранта», «Приора», которые пользуются в последнее время большим спросом. В современном мире, где так много автомобилей, наше предприятие так же уделяется много усилий по созданию и собираемости качественных автомобилей. Механическая обработка и сварка деталей - это два разных направления в машиностроении, которые в свою очередь объединяют в одну цель при получении качественных деталей. Которые будут соответствовать стандартам предприятия. В данной выпускной работе затронута тема, в которой объединяют механические и сварные свойства изделия на прочность. На первый взгляд такая маленькая деталь, а отвечает за качество готовых изделий.

Одной из деталей легкового автомобиля является кулак поворотный передней подвески, которая предназначена для того чтобы закреплять колесные ступицы, шаровые опоры, а также он создает угол поворота в управлении автомобиля. При изготовлении этой детали очень важно точно выполнить отверстия для крепления шаровой опоры. На автоматической линии сверление четырёх отверстий выполняется одновременно. Для контроля наличия и положения сверл применяются контролирующие пластины. Однако во время работы пластины подвергаются износу, что требует их ремонта.

В настоящее время пластины наплавляются с помощью ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Однако такой способ восстановления геометрии и рабочей поверхности пластины имеет малую производительность.

Поэтому целью работы является повышения производительности при ремонте контролирующей прижимной пластины.

# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПЛАНКИ

## 1.1 Описание поворотного кулака и контролирующей планки и условия их эксплуатации

В настоящее время современному человеку очень хочется иметь автомобиль, который должен отвечать всеми требованиями надлежащими качествами и надежностью. На нашем предприятии ПАО «АвтоВАЗ» на котором я тружусь, изготавливают и собирают детали для автомобилей «Калина», «Гранта», «Приора». Все детали, изготовленные по технологическому процессу должны пройти контроль качества выпущенной продукции. Деталь, которая обрабатывается на автоматической линии «МЗАЛ» называется кулак поворотный передней подвески. Выпуск изделия очень трудоемкий, что в свою очередь приводит к ответственности за выпуск деталей. Каждая операция в данном процессе отвечает за ту или иную деталь. Самый главный момент в операции, получения качественной детали из заготовки, анализ и проверка путём обработки детали. Поворотный кулак - это элемент передней подвески автомобиля (рис.1.1).



Рисунок 1.1 – Кулак поворотный в сборе

Так же к кулаку прикручиваются шаровые опоры рулевого механизма, суппорты и колодки и еще ступица колеса с подшипником. Самое нужное предназначение кулака - принимать колебания от ударов дорог и поворачивания нужного положения колес, происходит управление автомобилем [1]. В изготовлении кулака поворотного очень много внимания уделяется сверлению отверстия под шаровую опору, потому что это очень ответственная операция. Чтобы избежать большого количества брака специалисты разработали конструкцию контролирующей планки за контролем наличия или поломкой инструмента - сверла. Поворотный кулак изготавливается в серийном производстве, поэтому каждая деталь выпущенная на автоматической линии должна установиться на автомобиль, а не утилизироваться большим количеством в брак. Объем выпуска серийных деталей колеблется от десятков и сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий, поэтому контролирующие планки это необходимая деталь в этом технологическом процессе. Но у этих контролирующих планок своя особенность во время контроля они изнашиваются (стираются).

Планка контролирующая – это приспособление предназначена для контроля наличия поломки инструмента (рис.1.2). Во время эксплуатации прижимная планка изнашивается (стирается), что в свое время приводит к уменьшению выпуска продукции и увеличению бракованных деталей. Поэтому периодически приходится снимать планки и наваривать. Срок службы таких планок составляет около 5-10 рабочих смен.

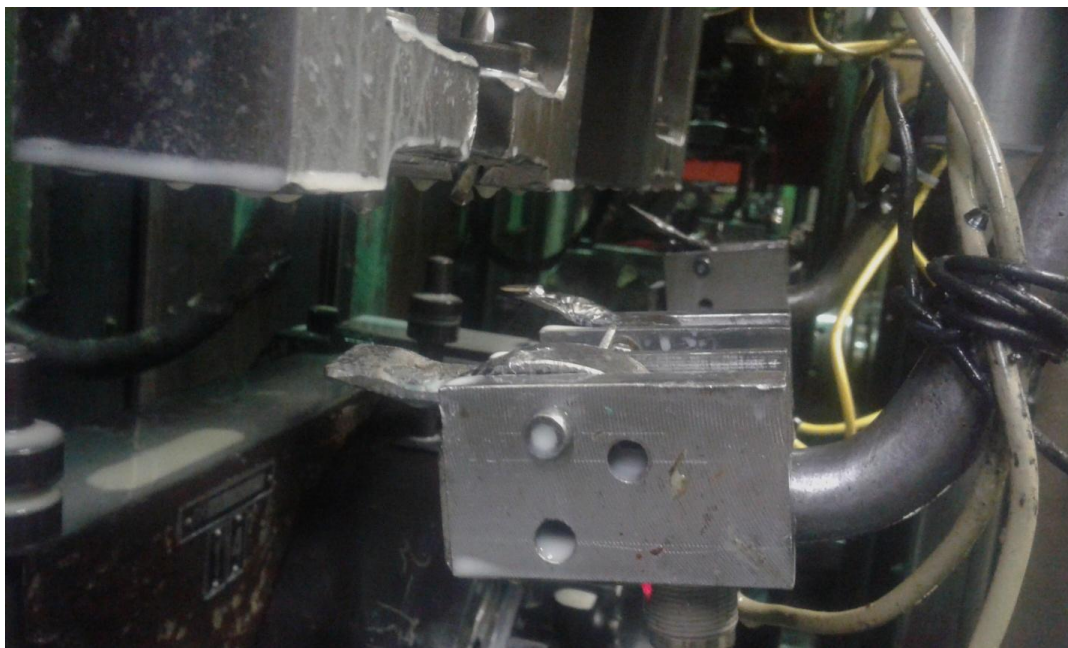


Рисунок 1.2 - Поворотная рама с контролирующими планками

Конструкция планки представляет собой изогнутую пластину толщиной 5 мм с приваренной посередине втулкой под крепления к поворотной раме (рис. 1.3). Рама в свою очередь крепится к сверлильной установке с помощью поворотного цилиндра. Контролирующие пластины изготовлены из стали СтЗсп. Изношенная планка (рис.1.4) представляет собой планку с просверленными углублениями на теле изделия из-за возможного периодического контакта контролирующей планки с вращающимся сверлом.



Рисунок 1.3 - Контролирующая планка





Рисунок 1.4 – Контролирующая планка требующая ремонта

## 1.2 Анализ свойств материала планки

Сталь СтЗсп конструкционная углеродистая обыкновенного качества, спокойная. Сталь – это сплав железа с углеродом и примесей, при этом процент содержания в нем углерода не более 0.45%. Также по классификации она относится к углеродистым, что связано с ее составом и особенностями изготовления. Качество определяется как обыкновенное. Используют этот вид стали для создания сварных и не сварных конструкций, назначение которых функционировать при температуре выше нуля. Этот вид стали относится к часто используемому виду, поскольку назначение ее в первую очередь становится частью тех изделий, которые должны эксплуатироваться в среде положительных температур. Также данная сталь хорошо подвергается динамическим воздействиям, что является преимуществом всех спокойных сталей. Однако дешевой ее назвать трудно. Одно из важных преимуществ такой стали – отличная свариваемость.

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала СтЗсп [1]

Элемент	C	Si	Mn	N	Ni	S	P	Cu
Состав, %	0.14 - 0.22	0.15 - 0.3	0.4 - 0.65	до 0.008	до 0.03	до 0.05	до 0.04	до 0.3

Таблица 1.2 - Технологические свойства материала СтЗсп

Свариваемость:	без ограничений.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.
Флокеночувствительность:	не чувствительна

Таблица 1.3 - Свойства СтЗсп (механические)

Сортамент	Напр.	Размер	$\sigma_T$	$d_5$	$s_B$	КСУ	$\gamma$	Термообр.
-	-	мм	МПа	%	МПа	кДж / м <sup>2</sup>	%	-
Прокат, ГОСТ 535- 2005			205- 255	23- 26	370- 490			

Таблица 1.4 - Свойства материала СтЗсп (физические)

T	$E \cdot 10^{-5}$	$\alpha \cdot 10^6$	$\lambda$	$\rho$	C	$R \cdot 10^9$
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг·град)	Ом·м
20				7850		

Твердость стали СтЗсп составляет  $HV \cdot 10^{-1} = 131$  МПа.

### 1.3 Анализ базового варианта ремонта планки

В настоящее время пластины ремонтируются на соседнем участке с помощью ручной дуговой сварки покрытыми электродами марки УОНИИ 13/55. Для этого используются электроды диаметром 3мм. Наплавка производится на изношенные места при токе 100А с наложением валиков с перекрытием на 1/2 или 1/3 от ширины валика. Наплавка производится от сварочного выпрямителя ВДУ-506С.

Однако срок службы отремонтированных контролируемых планок не большой из-за малой твердости наплавленного слоя, которая составляет не больше 5-10 рабочих смен.

#### 1.4 Анализ возможных вариантов наплавки (ремонта) планки

Известна наплавка ручной дуговой сваркой – это процесс наложения капель электродного металла при помощи наплавки слоя металла на поверхности изделия или деталей для существующих свойств её поверхности особенных улучшающих свойств и исходных размеров (рис.1.5) этот способ наплавки используется в базовом варианте при ремонте планки [8]. При ручной дуговой наплавке покрытыми электродами, в сварочной дуге поддерживается горение с электрода на материал, и расплавляет металл электродного стержня и покрытие электрода. Во время кристаллизации основного материала и металла электродного стержня образует наплавленный шов.

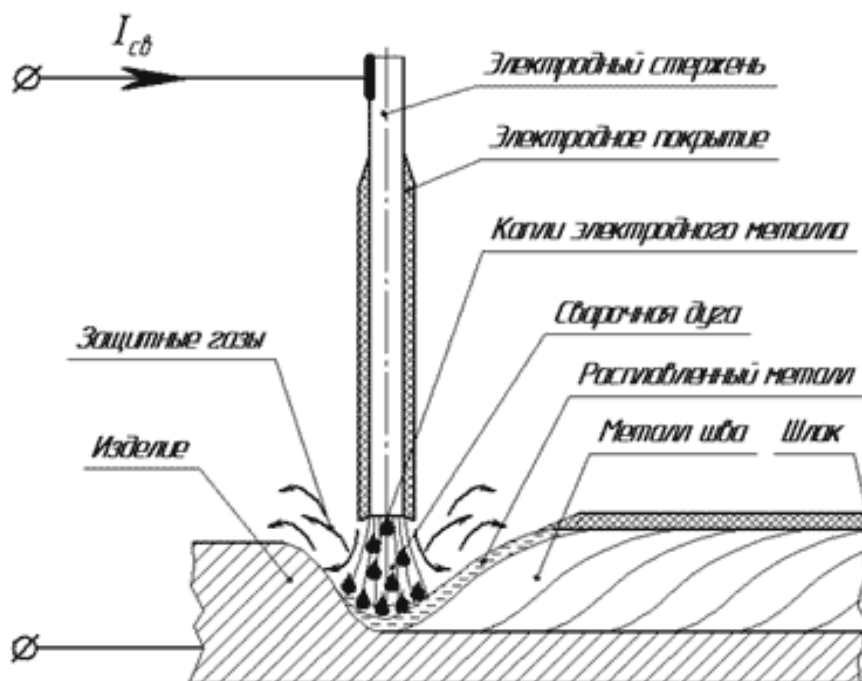
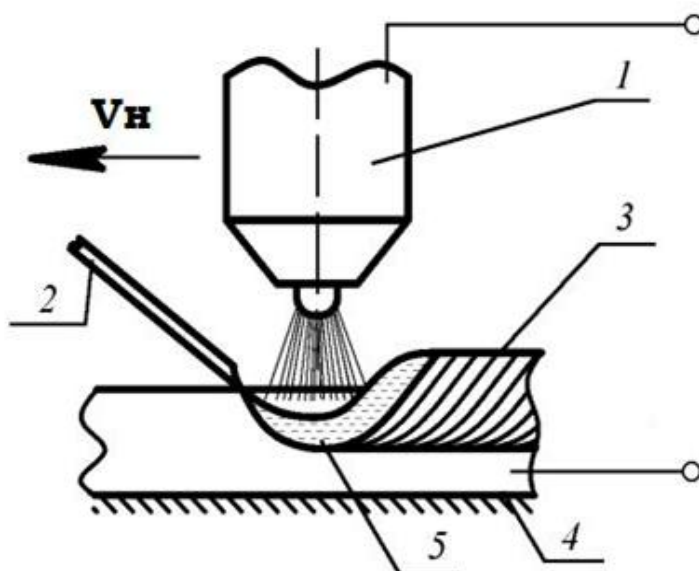


Рисунок 1.5 - Ручная дуговая сварка

Преимущества данного способа состоит в следующем: 1) ручная дуговая сварка проста в использовании, не требует специального дорогостоящего оборудования и расходных материалов, 2) работает от сети 220 В или 380 В, при использовании определенных аппаратов, 3) возможно соединение сваркой деталей в труднодоступных местах, 4) при использовании соответствующих электродов есть возможность сваривать разные виды стали. Недостатки: 1) при недостаточной квалификации сварщика, низкое качество соединения или наплавки, 2) при отсутствии специальной защиты, возможность поражения электротоком, 3) требуется зачистка наплавленных валиков от шлака. Поэтому этот способ не желательно использовать для наплавки контролирующей пластины, потому что происходит быстрое истирание.

Известна аргонодуговая сварка - для этого вида сварки используют газ инертный аргон. При сварке в области дуги непрерывно подается защитный газ и расплавляется основной металл, в сварочной ванне, кристаллизуется, образуется шов. Аргон получают из воздуха, в нем содержится около 1 %. Перевозится и хранится он в стальных баллонах емкостью 40 л под давлением 15 МПа. Баллон для хранения аргона окрашен в серый цвет, надпись зеленого цвета [8]. Аргонодуговую сварку осуществляют неплавящимся (преимущественно вольфрамовым) с присадкой плавящимися проволоками (рис.1.6). Неплавящиеся электроды предназначены для возбуждения и поддержания дуги, и заполнения мест между кромками свариваемых металлов. В область сварки подается присадочный металл в виде прутков. Плавящиеся электроды применяют в виде сварочной проволоки, которая по химическому составу близка к составу основного металла. Преимущества: 1) аргонодуговая сварка позволяет соединять разнородные металлы, 2) мощность дугового разряда, сказывается на качестве и скорости сварки, 3) достаточно высокое качество. Однако: 1) сильное излучение ультрафиолета, 2) горелку необходимо периодически

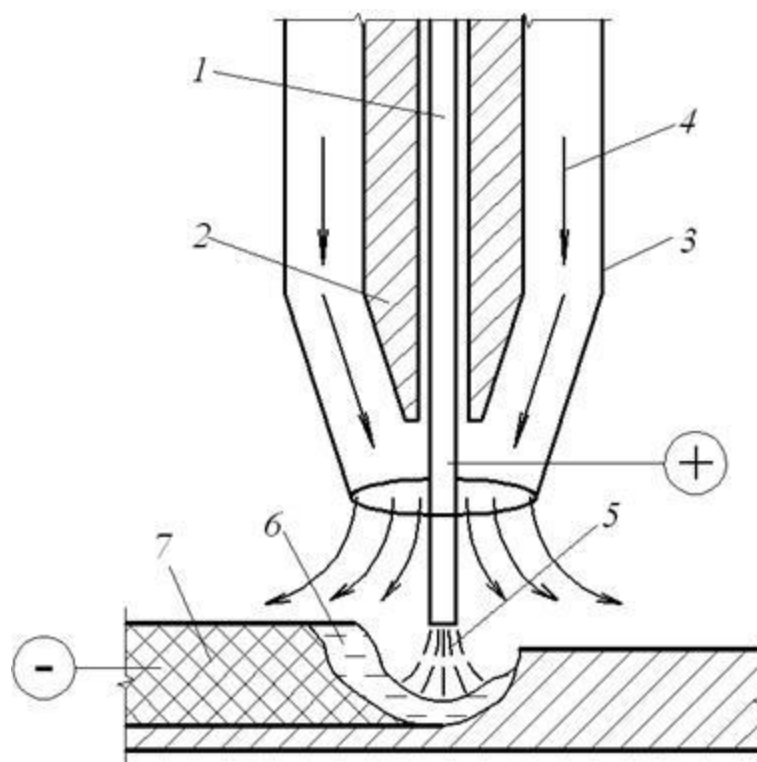
охлаждать, 3) высокая стоимость вольфрама и аргона. Следовательно, этот способ очень затратный для наплавки пластины и он излучает ультрафиолет.



1 – сварочная горелка; 2 – присадочный материал; 3 – наплавленное покрытие;  
4 – подложка; 5 – сварочная ванна

Рисунок 1.6 - Аргонодуговая наплавка неплавящимся электродом

Известна сварка механизированная плавящейся проволокой в углекислом газе [8]. При этом способе дуговой сварки, электродная проволока подается электродвигателем постоянного тока с регулируемой скоростью, а сварочная горелка передвигается по шву рукой сварщика. При горении сварочная дуга и ванна расплавленного металла защищаются от кислорода и водорода из воздуха защитным газом, подаваемым к месту сварки через цилиндрическое керамическое сопло (рис.1.7).



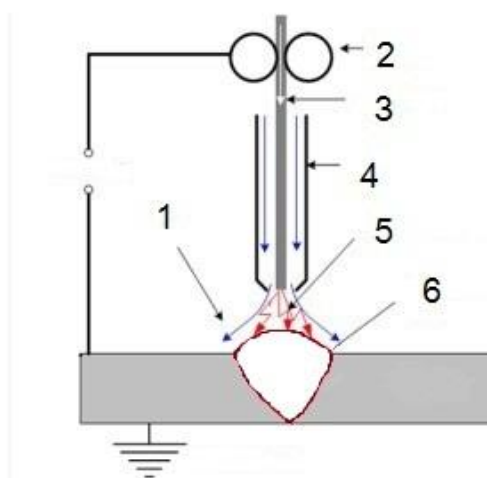
- 1 – сварочная проволока; 2 – мундштук; 3 – наконечник;  
 4 – направление защитного газа; 5 – сварная дуга; 6 – сварочная ванна;  
 7 –наплавленный шов

Рисунок 1.7 - Сварка плавящейся проволокой в углекислом газе

Преимущества: 1) высокое качество сварного шва, 2) возможность наблюдения за горением дуги, 3) не требуется приспособление для удержания флюса, не требуется зачистка от шлака. Недостатки: 1) вероятность сдувания струи газа ветерком, 2) сварка вероятна только при постоянном токе и получается менее гладкая поверхность шва. Следовательно, этот способ подходит для восстановления контролирующей планки, потому что работа ведется в цехе, это способ дает более качественный сварной шов и есть возможность визуального наблюдения за процессом.

Известна наплавка порошковой проволокой - это способ наплавки, когда непрерывный трубчатый электрод, который наполнен порошкообразным сердечником и более сложной конструкции с

порошкообразным наполнителем. Сердечник может содержать различные смеси минералов, ферросплавов металлических порошков, химикатов и других составляющих материалов. Расплавление сердечника, непосредственно расположено внутри металлической оболочки, само расплавление происходит за счет теплоизлучения дуги и теплопередачи расплавленного металла. Проволоки с составом порошка может применяться для наплавки [8]. При этом может не применяться защитный газ.



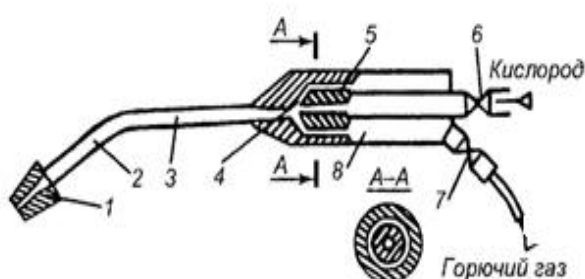
1 – газ; 2 – ролики подачи проволоки; 3 – проволока; 4 – сопло; 5 – электрическая дуга; 6 – сварочный шов

Рисунок 1.8 - Сварка порошковой проволокой

Преимущества: 1) порошковая сварка очень популярна в производстве наплавочных работ, 2) при этом способе подается ток повышенной величины, это дает возможность плавить увеличенный объем металла, а следовательно повышается производительность.

Недостатки: 1) сама по себе порошковая проволока не очень крепкая, поэтому обладает малой жесткостью, 2) в процессе сварки есть вероятность того, что в сварном шве могут образоваться поры, 3) высокая стоимость проволоки. Следовательно, этот способ не подходит из-за возможности образования пор и высокой стоимости порошковой проволоки.

Известна наплавка деталей или материала газовой сваркой, это когда металл расплавляют теплом, выделяющий вместе со сгорающими горючими газами (ацетилена, пропан-бутан, метана и др.) в кислороде. Газовое пламя часто образуется в результате сгорания горючих газов. При сгорании горючих газов с использованием воздуха температура газового пламени очень низкая (не более  $2000^{\circ}\text{C}$ ), большое количество теплоты расходуется на нагрев азота, содержащегося в воздухе. Важнейшим параметром, определяющим свойства пламени является температура [8]. В ремонтном производстве больше всего в использовании получила ацетиленокислородная наплавка (рис. 1.9).



1 - мунштук; 2 - наконечник; 3 - камера смешения; 4 - инжекторная камера; 5 - инжектор; 6 - кислородный вентиль; 7 - ацетиленовый вентиль; 8 - канал для ацетилена

Рисунок 1.9 – Схема газовой горелки

Преимущества: 1) самым главным является автономность и отсутствие источника переменного или постоянного тока, 2) надежность и качество производимых работ. Недостатки: 1) низкая производительность, медленная высокоточная работа, 2) высокая температура, которая имеет большой окружной диапазон. Следовательно, этот способ не подходит из-за низкой производительности.

В результате проведенного анализа возможных способов наплавки целесообразно для ремонта контролирующей пластины использовать



механизированную наплавку проволокой сплошного сечения, т.к она менее трудоемка и обеспечит больший срок службы.

После анализа известных сведений можно сделать вывод, что для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Предложить новый технологический процесс восстановления контролирующей планки.
2. Выбрать оборудование для восстановления контролирующей планки.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПЛАНКИ

### 2.1 Разработка технологического процесса восстановления контролирующей планки

На предприятии ПАО «АвтоВАЗ» как и на многих других заводах, существует технологический процесс изготовления деталей. Технологический процесс – это часть процесса производства чего-нибудь на определенном процессе изменения или улучшения. Каждый цикл производства может меняться, за счёт внедрений, изменений, рационализаторских решений. Технологический процесс должен придерживаться всеми последовательностями выполнению заданных решений и возможных путей их улучшения. Каждый работник должен осознавать значимость выполнения каждой последовательной операции и соблюдения их требования. Проектирование технологических процессов делается для того, чтобы обеспечить выпуск качественных деталей и направлены на улучшения условий труда. Выбор правильного оборудования зависит от знания и умения всех работников, которые задействованы в данном технологическом процессе.

### 2.2 Разборка контролирующей планки

Разборка это тоже ответственный момент в технологическом процессе. Каждый технологический процесс по-своему уникален и индивидуален, поэтому надо к нему относиться с пониманием и с соблюдением всех его требований. В первую очередь нужно рабочее место подготовить, смести стружку и по возможности убрать лишнюю грязь, помыть СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкостью) и обдуть воздухом (рис. 2.1).

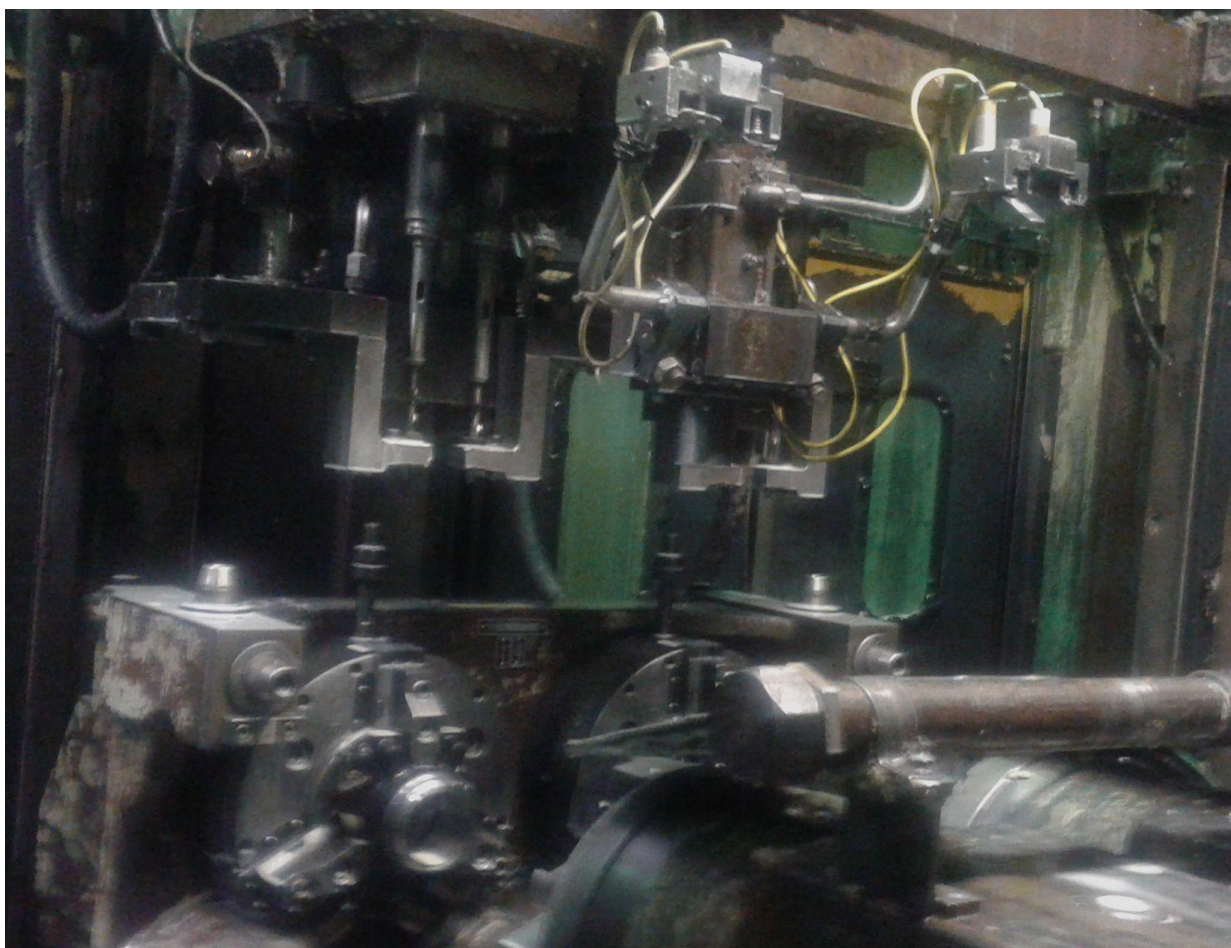


Рисунок 2.1 – Разборка контролирующей планки

После того когда убрались на рабочей позиции нужно подготовить инструмент для снятия контролирующей планки. В данном случае будем отворачивать ключом 8×10, и ключом на 5 шестигранник. С одной стороны отворачиваем ключом 8×10, а с другой стороны держим ключом на 5 шестигранную гайку. После отворачивания, гайку и болт убирается в сторону. В следующей последовательности вынимаем аккуратно болт 6×50 и придерживаем контролируемую планку и вытаскиваем из поворотного приспособления (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Изношенная контролирующая планка и инструмент

### 2.3 Подготовка деталей к наплавке

На данном технологическом этапе нужно проверить детали на наличие дефектов и загрязнений. После этого планка очищается металлической щеткой от масла и остатков охлаждающей жидкости. Затем планка протирается ветошью и промывается технической водой и просушивается воздухом.

Следующая технологическая процесса будет фрезерование контролирующей планки. Фрезерование – это снятие слоя металла, путем применения режущего инструмента основанный на поочередной работе зубьев в фрезе. Для фрезерования поверхности контролирующей планки используется фрезерная пневматическая машинка с цанговым зажимным приспособлением. Фреза выполнена в виде плоского наконечника и конусного основания с зубчатыми пазами (рис. 2.2).

Выбор режима определяется значением параметров, которые обеспечивают с постоянным фрезерованием заданных размеров.



Рисунок 2.2 – Контролирующая планка и фрезерная пневматическая машинка

#### 2.4 Наплавка контролирующей планки

Технологический процесс наплавки производится на соседнем участке. На нем производится наплавка на изношенные места при токе 100А с наложением валиков с перекрытием на 1/2 или 1/3 от ширины валика. Наплавка производится от сварочного выпрямителя ВДУ-506С и полуавтомат ПДГ-508. Параметры режима наплавки контролирующей планки выбираются от толщины металла и свойств материала, а так же типа наплавляемого соединения определяется по известной и рекомендуемой литературе. При наплавке источник питания подключается на обратной полярности (рис. 2.3). С учетом от максимального технологического процесса наплавки при условии геометрических размеров сечения шва, применяем выбранную механизированную сварку в углекислом газе. Для наплавки рекомендуется применять низколегированную сварочную проволоку типа Св-08Г2С. Так как контролирующая пластина имеет толщину 5 мм, то можно диаметр сварочной проволоки взять 1,2 мм [15].

Сила сварочного тока  $I$ , А, определяется по глубине провара  $h$ , из формулы:

$$I = (80...100)h = 90A$$

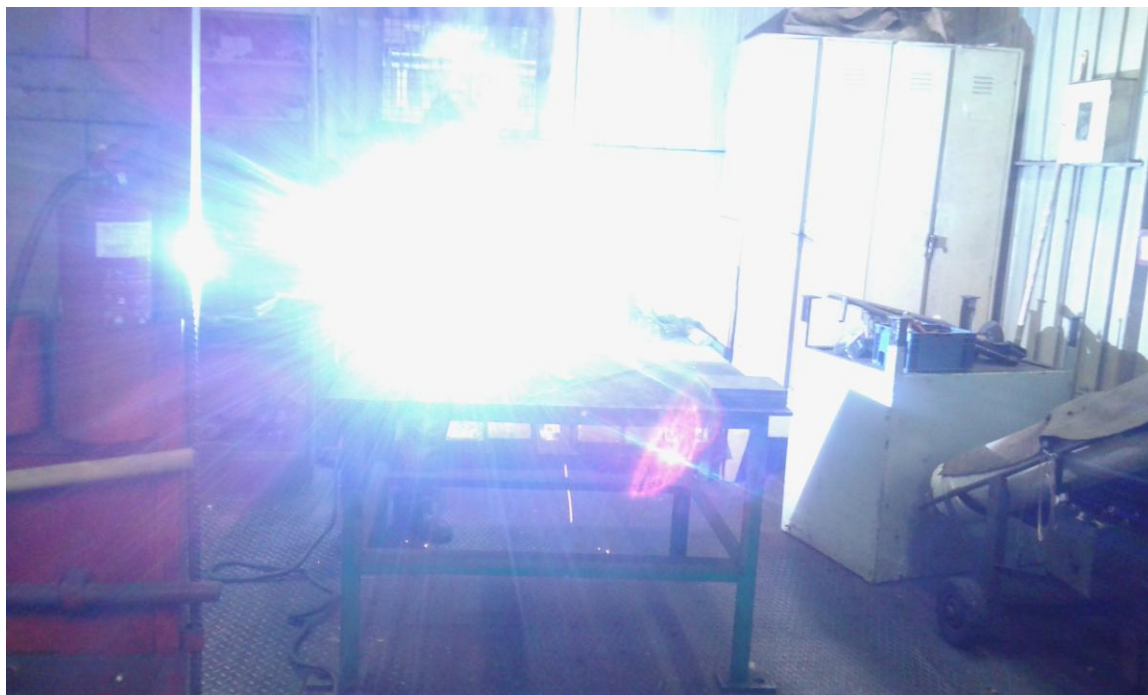


Рисунок 2.3 – Наплавка контролирующей планки

Исходя, из толщины пластины принимаем определенную глубину проплава. Известно, что при однопроводной сварке глубина провара определяется по формуле:

$$h = (0,7...0,8) \times 10 = 8 \text{ мм.}$$

Исходя, из толщины пластины, для свариваемых металлов в диапазоне от 2 до 6 мм, определяем диаметр сварочной проволоки  $d$ , мм, который уточняется по формуле:

$$d = 2 \frac{I}{i\pi},$$

где  $I$  – величина тока наплавки, А;

$i$  – допустимая плотность тока наплавки, А/мм<sup>2</sup>

$$d = 2 \cdot \frac{90}{60 \cdot 3,14} = 1,2 \text{ мм}$$

Исходя из уточненного диаметра проволоки (1.2 мм) узнаем допустимую плотность тока по таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Диаметр проволоки и плотность тока [мм/ А,мм<sup>2</sup>]

Выбранный диаметр, мм	1-2	3	4	5	6
Допустимая плотность, А/мм <sup>2</sup>	65-200	45-90	35-260	30-50	25-45

### 2.5 Зачистка контролирующей планки

Сначала по технологическому процессу производится зачистки контролирующей планки от остатков окислов. Для этого применяем металлическую проволочную щетку круглой формы, насаженную на ту же механическую машину. Для зачистки применяем ручную шлифовальную машинку типа «Makita» предназначенную для обработки кромок перед и после сварки. Для удаления с металлических поверхностей непрочно сцепленных окалины и брызг (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Зачистка контролирующей планки

## 2.6 Контроль контролирующей планки

Затем по технологическому процессу производится контроль планки. Операция контроля производится на всем протяжении технологического процесса. Вначале контролируется и вспомогательное и сварочное оборудование. При проведении входного контроля проверяются и основные и вспомогательные материалы для наплавки, сравнивается их совпадение требований чертежа и техническим требованиям. Во время наплавки проводится контроль параметров режима наплавки и проверяется соответствие размеров пластины требованиям чертежа. После наплавки производится осмотр пластины на отсутствие на поверхности подрезов, грубой чешуйчатости, трещин. Наиболее ответственным моментом является визуальный и измерительный контроль выполненной операции.

## 2.7 Сборка контролирующей планки

При прохождении визуально измерительного контроля производится сборка в обратной последовательности от разборки. В первую очередь нужно протереть ветошью все базовые места крепления контролирующей планки. Затем удерживая планку на весу вставить удерживающий болт 6×50, последовательно накрутить гайку и заворачивать ключом 8×10, и ключом на 5 шестигранник, по часовой стрелке завернуть (рис. 2.5).



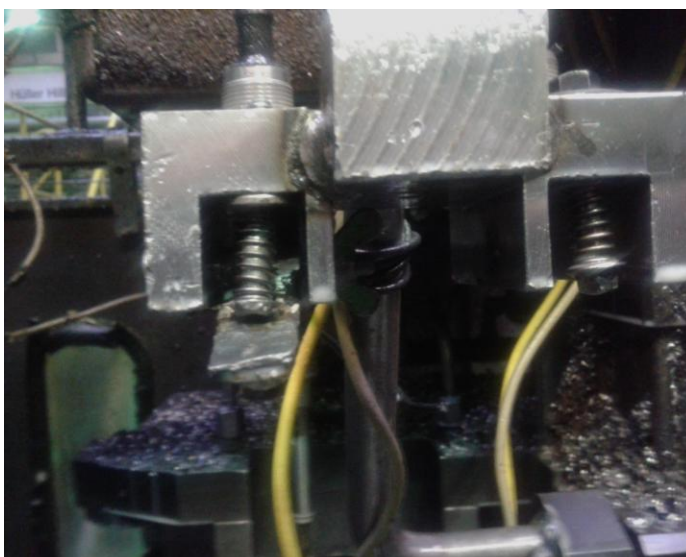


Рисунок 2.5 – Сборка контролирующей планки

После всей сборки проверить визуально на правильность и наличие всех собранных частей и пальцем проверить плавность хода контролирующей планки, преодолевая сопротивление пружины.

### 3 ВЫБОР И РАЗБОРКА ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПЛАНКИ

#### 3.1 Сварочное оборудование для восстановления контролирующей планки

Машина и полуавтоматы для дуговой сварки ПДГ-508, предназначены для наплавки и сварки плавящимся электродом на постоянном токе в защитных газах для изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей. Регулирование параметрами режима происходит с помощью переключателей управления, находящихся на механизме подачи, и самой кнопке на горелке. Полуавтоматы имеют независимое изменение скоростью подачи наплавочной проволоки, которое регулируется с помощью потенциометра, расположенного на панели механизма подачи ПДГ-508 (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Машина и полуавтоматы дуговой сварки ПДГ-508

Таблица 3.1 - Машина и полуавтоматы дуговой сварки ПДГ-508

	Значения
Наименование параметра	ПДГ-508
Питание двигателя подачи проволоки, В	27
Частота, Гц	50
Ток сварки, А	500
Максимальное напряжение на дуге, В	50
Продолжительность включения (ПВ), %*	60
Диапазон тока сварки, А	60-500
Проволока сплошного сечения (диаметр), мм	1,0-1,6
Проволока порошковая (диаметр), мм	1,2-2,0

Полуавтоматы имеют 3 параметра работы: 1)заправка проволоки, 2)продувка газа и 3)сварка.

В первом режиме работы - заправка и подача проволоки происходит во время нажатия кнопки, находящейся внутри корпуса в отсеке механизма подачи проволоки. При этом режиме не может подаваться подачи газа и включится сварочный выпрямитель. Во втором режиме работы - продувка газа выполняется подача газа через горелку при нажатии на кнопку тест газа, находящейся внутри отсека механизма подачи. При переключении второго тумблера не может выполняться подачи сварочной проволоки и включить сварочный выпрямитель. В третьем режиме работы – «Сварка», полуавтомат выполняет 1) возможность работы в режимах для коротких и длинных швов, 2) дистанционно регулировать выходное напряжение выпрямителя, 3) дистанционное включение/выключение выходного выпрямителя, 4)регулировать задержку времени отключения сварочного выпрямителя по окончанию сварки, 5)регулировать изменение времени и скорости подачи

сварочной проволоки, б)производить продувку газа. Управление режимом наплавки «короткие швы» происходит при нажатии кнопки на горелке последовательно: при удержании и нажатия кнопки на горелке включается газовый клапан, обеспечивающий подачу газа в зоне наплавки. Включившийся сварочный выпрямитель, обеспечивает подачу сварочного тока на горелку и включается подача проволоки. При замыкании проволоки на наплавляемое изделие загорается дуга, происходит наплавка, при включении кнопки расположенной на самой горелке прекращается подача проволоки.

Управление процессом сварки в режиме "Длинные швы" осуществляется кнопкой на горелке в следующей последовательности:

-при нажатии кнопки, расположенной на горелке, осуществляется продувка газа, обеспечивая подачу защитного газа в зону сварки. При этом сварочный выпрямитель не включается, сварочная проволока через горелку не подается;

-при отпускании кнопки горелки происходит включение сварочного выпрямителя, и подачи электродной проволоки. Во время закорачивания конца проволоки на свариваемое изделие происходит зажигание дуги и происходит сварка, в случае повторного нажатия на кнопку подача электродной проволоки прекращается, затем отключается сварочный выпрямитель. При удержании кнопки на горелке подача защитного газа продолжается, при отпускании кнопки горелки прекращается подача защитного газа.

Двигатели мотор-редукторов полуавтоматов ПДГО-508 защищены от продолжительной перегрузки по току самовосстанавливающимися предохранителями, при срабатывании которых отключается питание блока управления сварочным процессом.

Пределы регулирования сварочного тока (напряжения) определяются сварочным выпрямителем, а для полуавтоматов ПДГ-508 – выпрямитель ВДУ-506С (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – сварочный выпрямитель ВДУ-506С

Таблица 3.2 – Техническая характеристика выпрямителя ВДУ-506С

Питание, В	380
Количество фаз	3
Частота питающей сети, Гц	50
Максимальный ток сварки, А	500
Максимальное напряжение сварки, В	50
Продолжительность нагрузки ПН %	60
Диапазон изменения тока сварки, А	30-315
Максимальное напряжение, В	80
Мощность потребления, кВА	11,4
Способ изменения тока	ступенчатый, плавный
Размеры, мм	560x510x660
Масса, кг	97

Выпрямитель сварочный типа ВДУ-506С служит для комплектования сварочных автоматов и полуавтоматов и выполнения однопостовой механизированной сварки проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа или под слоем флюса, или для сварки порошковой проволокой. Выпрямитель еще можно применять для работы со сварочными роботами и манипуляторами.

Выпрямитель ВДУ-506С состоит из трансформатора, блока тиристоров, уравнивающего реактора, дросселей сварочной цепи, сетевых выключателей, блоков управлений, электродвигателя с вентилятором. Внутри выпрямителя имеется ниша для размещения блоков управления полуавтоматом, трансформаторы питания цепей управления автомата, полуавтомат и подогреватели газа. Все составные части выпрямителя смонтированы на тележке и кожухом. Тележка имеет четыре колеса и рукоятку для перемещения выпрямителя в пределах сварочного участка цеха. Для подъема выпрямителя используются специальные отверстия.

### 3.2 Приспособления и оснастка для наплавки контролирующей планки

Вовремя наплавки контролирующей планки для неподвижного обеспечения и удобства сварщика необходимо обеспечить неподвижность деталей. Для этого нужно соблюдать все требования для подготовки детали к наплавке. Для наплавки применяется кондуктор. Он в свою очередь представляет собой приспособление с габаритными размерами 50x25мм. Кондуктор состоит он из двух пластин с зажимным винтом. Контролирующая планка зажимается с помощью кондуктора стягивающим винтом, который зажимается в тисках.

## 4 Безопасность и экология технического объекта

ПАО «АВТОВАЗ» самый крупный автомобильный завод в городе Тольятти, место нахождения, почтовый адрес: 445024, Российская Федерация, Самарская область, г. Тольятти. В данный момент на заводе работает более 40 тысяч человек. В производстве, где изготавливаются и собираются детали для автомобилей «Калина», «Гранта», «Приора», так же затронута тема безопасности и экологии данного предприятия.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Рассмотрим операции наплавки восстановления контролирующей планки при обработке кулака поворотного.

В цехе, где изготавливают и собирают кулак поворотный для легковых автомобилей «Калина», «Гранта», «Приора», находится ремонтный участок для наплавки и ремонта контролирующей планки. На данном участке есть оборудование для ручной и механизированной сварки и наплавки. Характеристика операций технологического процесса, это подготовка и разборка контролирующей планки. В первую очередь нужно рабочее место подготовить, смести стружку и по возможности убрать лишнюю грязь, помыть СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкостью) и обдуть воздухом. Открутить саму контролируемую планку и аккуратно снять её из поворотного механизма. Третья операция наплавка контролирующей планки, производится на соседнем участке, где на изношенные места при токе 100А с наложением валиков производится наплавка. Следующая операция технологического процесса зачистка контролирующей планки. Для зачистки применяем ручную шлифовальную машинку типа «Makita» предназначенную для обработки кромок.

Самая ответственная операция является визуальный и измерительный контроль выполненной операции. В стадии наплавки проверяют:



соответствие изготовления детали по чертежу, отсутствие внешних пороков металла, раковин.

Последняя операция – это сборка она производится на месте на автоматической линии «МЗАЛ».

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Выполняемая операция	Должность работника, выполняющего операцию	Используемое оборудование, приспособление	Материалы, вещества
1	Подготовка и разборка контролирующей планки.	Подготовить и разобрать	Наладчик автоматических линий	Автоматическая линия «МЗАЛ»,	Ветошь, СОЖ, ключи, перчатки
2	Подготовка деталей к наплавке	Выбор режима определены значением параметров	Сварщик	Ключи, штангенциркуль	Ветошь, СОЖ, ключи перчатки
3	Наплавка контролирующей планки	Наплавка контролирующей планки	Сварщик	Выпрямитель ПДГ - 508	Сварочная проволока, маска

Продолжение таблицы 4.1

5	Контроль контролирующей планки	Визуальный и измерительный контроль	Наладчик автоматических линий	Штангенциркуль и визуальный контроль	Штангенциркуль
6	Сборка контролирующей планки	Сборка	Наладчик автоматических линий	Ветошь, ключи	Ветошь, ключи, перчатки

#### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Процессы наплавки и зачистки металла стали неотъемлемой частью технологического процесса во многих производствах. Хотя применяя, процесс наплавки мы подвергаем рабочего опасности получения травм. Например, при наплавке контролирующей планки, возможно, повреждение пальцев рук или ног и глаз. Взаимодействие незащищенных частей тела с нагретым металлом может привести к ожогам различных степеней тяжести. В процессе наплавки может происходить разбрызгивание металла в зоне расплава, что может привести к возгоранию материалов или получение травм работником из-за получения ожогов рук.

При наплавке контролирующей планки опасность представляет собой световое излучение сварочной дуги. Для этого применяются различные средства защиты: спецодежду, защитную сварочную маску, перчатки. При наплавке можно получить отравление от газов и пыли, образующая при наплавке, которая оказывает на органы человека токсическое действие.

Таблица 4.2 – Возможные профессиональные риски

№п/п	Операция, выполняемая по технологическому процессу	Опасность при выполнении операции	Причины вредного воздействия
1	Подготовка и разборка контролирующей планки	Попадание СОЖ в глаза, работа без перчаток,	СОЖ, перчатки
2	Подготовка деталей к наплавке	Выбор режима определены к значением параметров	Ветошь, СОЖ, ключи перчатки
3	Наплавка контролирующей планки	Повышенная температура при наплавке, яркий свет	Сварочная дуга, высокая температура нагретого металла
4	Зачистка контролирующей планки	Острые кромки, шероховатость на планке	Ручная машинка типа «Makita»
5	Контроль контролирующей планки	Высокая температура шва	Высокая температура шва
6	Сборка контролирующей планки	Загрязнение рабочей зоны	Грязь, промасленные места и заусенцы

### 4.3 Способы и устройства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Способы и устройства воздействия производственных факторов

№ п/п	Опасность при выполнении операции	Способы и устройства защиты, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Загрязнение рабочей зоны	Ежедневная уборка автоматической линии «МЗАЛ»	Применение защитных ковриков
2	Грубая чешуйчатость на поверхности планки	Сглаживание выступов на контролирующей планке	Очки для защиты глаз и щиток
3	Горячая пластина	Увеличить расстояние до сварщика	Спец. одежда, сварочная маска, перчатки
4	Яркость света от наплавки	Наличие защитной одежды	Сварочная маска

#### 4.4 Предотвращение пожара

Таблица 4.4 – Сравнение классов и факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Наименование класса	Опасность при пожаре	Факторы возникающие при пожаре
1	Место ремонта	Горелка полуавтомата	В	Тепло от пластины	Брызги от металла
2	Место сварки	Сварочный выпрямитель	Е	Нагретые элементы проводов	Касание нагретых элементов горючими материалами

#### 4.5 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 4.5 – Устройства предотвращения пожарной безопасности

Обязательные средства пожаротушения	Переносные средства пожаротушения	Не подвижные установки пожаротушения	Средства автоматического тушения	Пожарное оборудование
Ящики с песком, вода	Пожарная машина, огнетушитель	Пожарный кран	Огнетушитель	Краны пожарные

Таблица 4.6 – Меры по обеспечению пожарной безопасности

Опасность при выполнении операции	Виды организационно-технических мероприятий	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Наплавка пластины	Периодическое обучение рабочих правилам безопасности при пожаре, наглядная агитация и проведение учений	На рабочих местах разместить защитные экраны

Таблица 4.7 – Сравнение экологических опасностей объекта

Экологическая опасность при выполнении операции	Составляющие производственного процесса	Негативное воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное воздействие наплавки на гидросферу (из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров)
Технология наплавки	Механизируемая ВДУ - 506	Газообразные частицы, сажа	Вода не используется	Почва не загрязняется

Таблица 4.8 – Предложенные мероприятия по снижению антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Возможная опасность	Наплавка контролирующей планки
Предложения по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Вентиляция
Предложения по снижению воздействия на гидросферу	Не используется
Предложения по снижению воздействия на литосферу	Установка дополнительных контейнеров для сбора металлолома с надписями

### Заключение по разделу

В разделе «Безопасность и экология технического объекта» были приведены часто встречающиеся характеристики технологического процесса, перечислены технологические операции, применяемое оборудование, расходные вещества и материалы которые необходимы для наплавки контролирующей планки. В данной работе показано, что использование стандартных средств обеспечивает безопасность и санитарию данного участка, которая обеспечивает безопасность работников выполняющих технологической процесс.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

Таблица 5.1 - Характеристика двух вариантов

Исходный вариант	Предлагаемый вариант
Ручная дуговая наплавка покрытым электродом. Данный вариант стал более актуальным, который существенно отражается на времени и основных затратах	Механизированная наплавка плавящей проволокой – это самый целесообразный способ наплавки

Таблица 5.2 - Входные данные по работе

№	Наименование показателей	Исходный вариант	Предложенный вариант
1	Цена 1 кг: - электроды УОНИ 13/55 - проволока сварочная Св08Г2С	60 руб./кг -	- 120 руб./кг
2	Цена сварочного оборудования: - полуавтомат ПДГ-508 - выпрямитель ВДУ-506С - подающий механизм ПДГ	17000 руб. - -	- 22000 руб. 7000 руб.
3	Длина наплавляемого шва	0,16м	0,16м



5.1 Расчет штучного времени  
на основные операции процесса

Таблица 5.3 – Расчет трудоемкостей

Исходный вариант

Операции	$t_{n-з}$	$t_o$	$t_{в}$	$t_{отл}$	$t_{обсл.}$	$t_{н.п}$	$t_{шт}$
Сборочная	0,001ч.	0,8ч.	0,08ч.	0,04ч.	0,064ч.	0,2ч.	1,18ч.
Сварочная (наплавка)	0,015ч.	0,23ч.	0,023ч.	0,0115ч.	0,0184ч.	0,01ч.	0,3ч.
Итого:	0,0125ч.	1,03ч.	0,103ч.	0,0515ч.	0,0824ч.	0,21ч.	1,48ч.

Предложенный вариант

Операции	$t_{n-з}$	$t_o$	$t_{в}$	$t_{отл}$	$t_{обсл.}$	$t_{н.п}$	$t_{шт}$
Сборочная	0,001ч.	0,6ч.	0,06ч.	0,03ч.	0,048ч.	0,2ч.	0,93ч.
Сварочная (наплавка)	0,0105ч.	0,21ч.	0,021ч.	0,0105ч.	0,0168ч.	0,01ч.	0,27ч.
Итого:	0,0115ч.	0,126ч.	0,081ч.	0,0405ч.	0,0648ч.	0,21ч.	1,2ч.

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_o + t_{в} + t_{отл} + t_{обсл.} + t_{н.п} \quad (1)$$

«Базовый вариант:  $t_{шт} = 0,0115 + 0,23 + 0,023 + 0,0115 + 0,0184 + 0,01 = 0,3ч.$

Проектный вариант:  $t_{шт} = 0,0105 + 0,21 + 0,021 + 0,0105 + 0,0168 + 0,01 = 0,27ч.$

а) для механизированной наплавки на единицу изделия.

$$t_o = \frac{60 * M_{напл.мет} * L_{ш}}{I_{св.} * \alpha_{напл}} \quad (2)$$

Базовый вариант:  $t_o = \frac{60 * 22 * 0,16}{100 * 9} = 0,23ч$

Проектный вариант:  $t_o = \frac{60 * 18 * 0,16}{90 * 9} = 0,21ч$

## 5.2 Капитальные вложения в оборудование

### 5.2.1 Общие капитальные вложения в оборудование

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп}, \quad (3)$$

Базовый вариант:  $K_{общ} = 3230руб.$

Проектный вариант:  $K_{общ} = 1450 + 22750 = 24200 руб.$

$$K_{пр} = \sum C_{об} * k_3 \quad (4)$$

«Базовый вариант:  $K_{общ} = 17000 * 0,19 = 3230руб.$

Проектный вариант:  $K_{общ} = (22000 + 7000) * 0,05 = 1450руб.$

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5)$$

Базовый вариант:  $n_{об.расчетн} = \frac{100 * 0,3}{1753 * 60} = 0,00028$

Проектный вариант:  $n_{об.расчетн} = \frac{100 * 0,27}{1753 * 60} = 0,00025$

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$k_3 = \frac{n_{\text{об.расчетн}}}{n_{\text{об.прин}}} \quad (6)$$

Базовый вариант:  $k_3 = \frac{0,00028}{1} = 0,00028$

Проектный вариант:  $k_3 = \frac{0,00025}{1} = 0,00025$

Фонд времени работы сварочного оборудования может быть рассчитан по формуле (7)

$$\Phi_{\text{эф}} = (D_k - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) * T_{\text{см}} * S * (1 - k_{\text{р.п}}) \quad (7)$$

$$\Phi_{\text{эф}} = (365 - 118 - 14) * 8 * 1 * (1 - 0,06) = 1753 \text{ч.}$$

Сопутствующие капитальные вложения для проектного варианта:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{монт}} + K_{\text{дем}} + K_{\text{площ}} \quad (8)$$

$$K_{\text{соп}} = 5800 + 3400 + 2950 = 12150 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{монт}} = \Sigma Ц_{\text{об}} * k_{\text{монт}} \quad (9)$$

$$K_{\text{монт}} = 29000 * 0,2 = 5800 \text{ руб.}$$

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

$$K_{\text{дем}} = \Sigma Ц_{\text{об}} * k_{\text{дем}} \quad (10)$$

$$K_{\text{дем}} = 17000 * 0,2 = 3400 \text{ руб.}$$

$k_{дем}$  – коэффициент демонтажа оборудования = 0,2.

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование, рассчитываем по формуле (11)

$$K_{плоч} = S_{плоч} * Ц_{плоч} * g * k_з \quad (11)$$

$$K_{плоч} = 2,5 * 1500 * 3 * 0,00025 = 2,81 руб.$$

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

### 5.3 Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} \quad (12)$$

$$\text{Базовый вариант: } K_{уд} = \frac{3230}{100} = 32,3 руб.$$

$$\text{Проектный вариант: } K_{уд} = \frac{24200}{100} = 242 руб.$$

### 5.4 Расчет себестоимости сравниваемых вариантов

#### 5.4.1 Затраты на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{всп} \quad (13)$$

$$ЗМ_{всп} = ЗМ_{св.пров} \quad (14)$$

$$\text{Базовый вариант: } ЗМ_{всп} = 1,02 руб.$$

Проектный вариант:  $ЗМ_{всп} = 0,9 \text{ руб.}$

Затраты на электроды или сварочную проволоку рассчитываем по формуле:

$$ЗМ_{св.пр} = H_{эл.(пр)} * Ц_{эл.(пр)} \quad (15)$$

Базовый вариант:  $ЗМ_{эл} = 0,017 * 60 = 1,02 \text{ руб.}$

Проектный вариант:  $ЗМ_{св.пр} = 0,015 * 60 = 0,9 \text{ руб.}$

Норма расходов электродов, проволоки определяем по формуле» [26].

$$H_{эл.(пр)} = h * B * L_{ш} \quad (16)$$

$$H_{эл.(пр)} = 4 * 3 * 0,16 * 7,8 = 152$$

$У$  – удельный расход сварочных материалов с учетом разбрызгивания (кг/м);

$$У = k_p \cdot H_{эл} \quad (17)$$

$$У = 1,7 * 0,015 = 0,0255$$

$$У = 1,15 * 0,015 = 0,017$$

#### 5.4.2 Затраты на технологическую энергию

$$З_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_0}{\eta \cdot 60} \cdot Ц_{э-э} \quad (18)$$

$$\text{«Базовый вариант: } Z_{э-э} = \frac{2,5 * 0,23}{0,5} * 1,6 = 1,85 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } Z_{э-э} = \frac{3,6 * 0,21}{0,8} * 1,6 = 1,5 \text{ руб.}$$

где  $P_{об} = I_{св} \times U_{д} = 100 * 25 = 2500 = 2,5 \text{кВА (КВт)}$  – мощность оборудования  
КВт;

$$P_{об} = I_{св} \times U_{д} = 90 * 40 = 3600 = 3,6 \text{кВА (КВт)}$$

#### 5.4.3 Затраты на содержание оборудования

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р} \quad (19)$$

$$\text{Базовый вариант: } Z_{об} = 0,0087 + 0,00095 = 0,00965 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } Z_{об} = 0,13 + 0,00084 = 0,1384 \text{ руб.}$$

$$A_{об.} = \frac{Ц_{об} * Na_{об} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60 * 100} \quad (20)$$

$$\text{Базовый вариант: } A_{об.} = \frac{17000 * 18 * 0,3}{1753 * 60 * 100} = 0,0087 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } A_{об.} = \frac{29000 * 18 * 0,27}{1753 * 60 * 100} = 0,013 \text{ руб.}$$

где:  $Ц_{об}$  – цена используемого сварочного оборудования, руб.;

$$P_{т.р} = \frac{Ц_{об} * H_{т.р} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} \quad (21)$$

$$\text{Базовый вариант: } P_{т.р} = \frac{17000 * 35 * 0,00028}{1753 * 100} = 0,00095 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } P_{т.р} = \frac{29000 * 35 * 0,00025}{1753 * 100} = 0,00084 \text{ руб.}$$

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

#### 5.4.4 Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$З_{площ} = \frac{Ц_{площ} * S_{площ} * Na_{площ} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} \quad (22)$$

$$\text{Базовый вариант: } З_{площ} = \frac{2000 * 30 * 2 * 0,3}{1753 * 100 * 60} = 0,0034 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } З_{площ} = \frac{2000 * 30 * 2 * 0,27}{1753 * 100 * 60} = 0,003 \text{ руб.}$$

#### 5.5 Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды

$$\Phi ЗП = ЗПП_{осн} + ЗПП_{дон} \quad (23)$$

$$\text{Базовый вариант: } \Phi ЗП = 0,82 + 0,082 = 0,902 \text{ руб.}$$

Проектный вариант:  $\Phi ЗП = 0,74 + 0,074 = 0,814 \text{ руб}$

### 5.5.1 Основная заработная плата основных производственных рабочих

$$ЗПЛ_{осн} = C_{ч} * t_{шт} * k_{зпл} \quad (24)$$

Базовый вариант:  $ЗПЛ_{осн} = 90 * 0,3 * 1,828 = 0,82 \text{ руб.}$

Проектный вариант:  $ЗПЛ_{осн} = 90 * 0,27 * 1,828 = 0,74 \text{ руб.}$

где:  $C_{ч}$  – часовая тарифная ставка, руб./час;

$k_{зпл}$  – коэффициент начислений на основную заработную плату.

$$k_{зпл} = k_{пр} * k_{вн} * k_{у} * k_{нф} * k_{н} \quad (25)$$

$$k_{зпл} = 1,25 * 1,1 * 1,1 * 1,067 * 1,133 = 1,828$$

### 5.5.2 Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{\partial}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (26)$$

Базовый вариант:  $ЗПЛ_{доп} = \frac{10}{100} \cdot 0,82 = 0,082 \text{ руб.}$

Проектный вариант:  $ЗПЛ_{доп} = \frac{10}{100} \cdot 0,74 = 0,074 \text{ руб.}$

где  $k_{\partial}$  – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой, принят в %, равен 10%.



### 5.5.3 Отчисления на социальные нужды

$$O_{с.н.} = \frac{H_{соц} \cdot \PhiЗП}{100} \quad (27)$$

где  $H_{соц}$  – норма отчислений на социальные нужды = 30%.

$$\text{Базовый вариант: } O_{с.н.} = \frac{30 \cdot 0,902}{100} = 0,27 \text{ руб.}$$

$$\text{Проектный вариант: } O_{с.н.} = \frac{30 \cdot 0,814}{100} = 0,24 \text{ руб.}$$

### 5.6 Технологическая себестоимость изделия

$$C_{тех} = 3M + 3_{э-э} + 3_{об} + 3_{площ} + \PhiЗП + O_{с.н} \quad (28)$$

Базовый вариант:  $C_{тех} = 1,02 + 1,85 + 0,0096 + 0,0034 + 0,82 + 0,27 = 3,97 \text{ руб.}$

Проектный вариант:  $C_{тех} = 0,9 + 1,5 + 0,0138 + 0,003 + 0,74 + 0,24 = 3,39 \text{ руб.}$

### 5.7 Цеховая себестоимость изделия

$$C_{цех} = C_{тех} + P_{цех} \quad (29)$$

Базовый вариант:  $C_{цех} = 3,97 + 2,05 = 6,02 \text{ руб.}$

Проектный вариант:  $C_{цех} = 3,39 + 1,85 = 5,24 \text{ руб.}$

где  $P_{цех}$  – цеховые (общепроизводственные) расходы, руб.

$$P_{цех} = k_{цех} * ЗПЛ_{осн.} \quad (30)$$

Базовый вариант:  $P_{цех} = 2,5 * 0,82 = 2,05$  руб.

Проектный вариант:  $P_{цех} = 2,5 * 0,74 = 1,85$  руб.

где  $k_{цех}$  – коэффициент цеховых (общепроизводственных) расходов = 2,5.

### 5.8 Заводская себестоимость изделия

$$C_{зав} = C_{цех} + P_{зав} \quad (31)$$

Базовый вариант:  $C_{зав} = 6,02 + 1,476 = 7,49$  руб.

Проектный вариант:  $C_{зав} = 5,24 + 1,33 = 6,57$  руб.

где  $P_{зав}$  – заводские (общехозяйственные) расходы, руб.

$$P_{зав} = k_{зав} * ЗПЛ_{осн} \quad (32)$$

Базовый вариант:  $P_{зав} = 1,8 * 0,82 = 1,476$  руб.

Проектный вариант:  $P_{зав} = 1,8 * 0,74 = 1,33$  руб.

где  $k_{зав}$  – коэффициент заводских (общехозяйственных) расходов = 1,8.

### 5.9 Полная себестоимость изделия

$$C_{полн} = C_{зав} + P_{вн} \quad (33)$$

Базовый вариант:  $C_{полн} = 7,49 + 0,37 = 7,86$  руб.

Проектный вариант:  $C_{полн} = 6,57 + 0,32 = 6,89$  руб.

$$P_{вн} = k_{вн} * C_{зав} \quad (34)$$

Базовый вариант:  $P_{вн} = 0,05 * 7,49 = 0,37$  руб.

Проектный вариант:  $P_{вн} = 0,05 * 6,57 = 0,32$  руб.

где  $k_{вн}$  – коэффициент внепроизводственных расходов = 0,05.

Таблица 6 - Калькуляция себестоимости изделия

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3
1. Материалы вспомогательные	1,02	0,9
2. Электроэнергия	1,85	1,5
3. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	0,0096	0,0138
4. Затраты на содержание приспособлений и инструмента	0,0034	0,003
5. Затраты на содержание занимаемой под оборудование	32,3	24,2
6. Основная заработная плата	0,82	0,74
7. Дополнительная зар/плата	0,082	0,074
8. Отчисления на социальное страхование	0,27	0,24
9. Технологическая себестоимость	3,97	3,39

Продолжение таблицы 6

1	2	3
10. Цеховая себестоимость	6,02	5,24
11. Заводская себестоимость	7,49	6,57
12. Потери от брака	1,47	1,33
13. Внепроизводственные расходы	0,37	0,32
14. Полная себестоимость	7,86	6,89

5.10 Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости изготовления изделия

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{y.z.} = \left( C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр} \quad (35)$$

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{y.z.} = (7,86 - 6,89) \cdot 100 = 97 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект рассчитан по формуле: (38)

$$\mathcal{E}_2 = \left[ \left( C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left( C_{полн}^{проект} + E_n \cdot K_{уд}^{проект} \right) \right] \cdot N_{пр} \quad (36)$$

где  $C_{полн}^{баз}$  и  $C_{полн}^{проект}$  – полная себестоимость продукции (базовая и проектная), т.е. до и после внедрения нового оборудования, руб.

$$\mathcal{E}_2 = [(7,86 + 0,33 \cdot 32,3) - (6,89 + 0,33 \cdot 24,2)] \cdot 100 = 364 \text{ руб.}$$

5.11 Срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций)

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}^{проект}}{Pr_{ож.}} \quad (37)$$

$$T_{ок} = \frac{364}{97} = 3,7$$

### 5.12 Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{ср} = \frac{1}{T_{ок}} \quad (38)$$

$$E_{ср} = \frac{1}{3,7} = 0,27$$

$E_{ср} > E_{н}$ , то внедряемое мероприятие эффективно

### 5.13 Снижение трудоёмкости изготовления изделия

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{шт}^{баз} - t_{шт}^{проектн}}{t_{шт}^{баз}} * 100\%$$

$$\Delta t_{шт} = \frac{0,3 - 0,27}{0,3} * 100 = 10\%$$

Уменьшение трудоемкости идет за счет применения электрошлаковой сварки» [26].

### 5.14 Повышение производительности труда

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 * \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} (\%) \quad (39)$$

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 * 10}{100 - 10} = 10\%$$

Вывод: в данной работе были рассмотрены способы наплавки контролирующей планки при механической обработке кулака поворотного

при помощи ручной дуговой сварки и механизированной плавящейся проволокой. При анализе было получено, при наплавке контролирующей планки затраты на создание наплавленного соединения уменьшаются, а также снижаются затраты на капитальные вложения. Механизированный способ наплавки позволяет получить качественное соединение за короткий промежуток времени по сравнению с базовым вариантом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе был проведен анализ способов наплавки, разработан технологический процесс и выбрано оборудование для восстановления процесса наплавки контролирующей планки. Данный способ доказал, что механизированная наплавка более выгодна с экономической части и позволит повысить производительность при наплавке контролирующей планки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. LADA KALINA ВАЗ-11183,-11193 с двигателем 1,6i. Иллюстрированное руководство.- М.: ООО«Книжное издательство «За рулем»,2007. -232 с.: ил.- (Серия «Своими силами»).
2. Автомобиль ВАЗ- 11183 и его модификации. Технология технического обслуживания и ремонта. /А.В. Куликов, В.С. Боюр, П.Н. Христов, В.Е. 2.Климов, Д.А. Прудских, В.А. Зимин, Г.А. Хлыненко, В.Б. Гирко, Н.Н. Завьялова, Т.Б. Беляева. – Тольятти, 2004.-164с.
3. Ерохин, А.А. Основы сварки плавлением. Физико-химические закономерности. - М.: Машиностроение, 1973. 448 с.
4. Казаков Ю.В., Масаков В.В. Теория сварочных процессов. Курс лекций Учебное пособие. Тольятти : : ТГУ, 2011. 126с.
5. Теория сварочных процессов: Учебник .для вузов по специальности. «Оборудование и технология сварочного производства» /В.Н.Волченко, В.М.Ямпольский, В.А.Винокуров и др.; Под ред. В.В.Фролова. — М.: Высшая школа, 1988. 559с.
6. Фоминых В.П., Яковлев А.П. Ручная дуговая сварка: Учебник для сред. ПТУ. – 7-е изд., испр. и доп. – Высш. шк., 1986. – 288 с., ил. – (Профтехобразование).
7. Ковтунов А.И. Аргодуговая наплавка сплавами на основе системы железо-алюминий: монография [Текст]/ А.И. Ковтунов. – Тольятти:Изд-во ТГУ, 2014 – 140 с.
8. Акулов А.И. «Технология и оборудование сварки плавлением», М.: Машиностроение, 2003, стр. 560 с.
9. Егоров А.Г., Виткалов В.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалиста: учебно-методич. Пособие/ А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов – Тольятти, 2011.96с.



10. Козулин М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб метод. пособие к курсовому проектированию. - Тольятти: ТГУ 2008. -77 с.
11. ГОСТ 380 – 2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества
12. Казаков Ю.В. Преддипломная практика /–Тольятти: ТГУ, 2007-13 с.
13. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. -М.: Машиностроение, 1978. - 315 с.
14. Михайлов А.И. Сварные конструкции. - М.: Стройиздат. 1993. - 366 с.
15. Верховенко Л.В., Тунин А.Н. Справочник- сварщика.: Высшая школа, 1990. - 497 с.
16. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов / А.И. Красовский. – М. : Машиностроение, 1980. – 320 с.
17. Проектирование цехов обработки металлов давлением и сварочного производства // Проектирование машиностроительных заводов и цехов : в 6 т. / под ред. А.М. Мансурова. – М. : Машиностроение, 1974. – Т. 3. – 344 с.
18. Кулагина, М.А. Основы технологического проектирования сборочно-сварочных цехов / М.А. Кулагина, Н.А. Киселева. – М. : Книга по Требованию, 2014. – 216 с.
19. Горина, Л.Н. Итоговая государственная аттестация специалиста по направлению подготовки 280100 «Безопасность жизнедеятельности» специальности 280102 «Безопасность технологических процессов и производств» [Текст] / Л.Н. Горина, В.А. Девисилов, Тол.гос. ун-т. – Тольятти. : ТГУ, 2007. – 111 с.
20. Специальные методы сварки и пайки: учеб. для вузов / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский и др. -М.: Интернет Инжиниринг, 2003. -183 с.
21. Сварка. Резка. Контроль: справочник в 2 т. Т.1 / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев, А.И. Акулов и др.; под ред. Н.П. Алешина. - М.: Машиностроение, 2004.-619 с.

22. Милютин В.С. Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. - М.: Айрисспресс, 2007.-379 с.
23. Лучкин Р.С. Расчёт и проектирование сварных конструкций. Тольятти: ТГУ, 2004. -232 с.
24. Козьянов А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении. – М.:Машиностроение, 1998. - 256 с.
25. Белов С.В., Бринза В.Н. и др. Безопасность производственных процессов: Справочник – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
26. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.
27. Ковтунов А.И. Проектирование сварочных цехов и участков: Методические указания к практическим занятиям. - Тольятти: ТГУ,2006.- 66 с.