

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технология сварки кронштейна растяжки передней подвески легкового автомобиля

Студент	<u>И.В. Котов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>А.С. Климов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>О.Н. Брега</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

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

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

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на повышение производительности технологии сварки кронштейна растяжки передней подвески. В данной работе проанализированы исходные данные – технологический базовый процесс сварки, дефекты возникающие при сварке, недостатки базовой технологии, контроль качества сварки. В работе были определены причины низкой производительности, низкого качества сварки, опасных факторов, влияющих на человека.

В данной работе разработан технологический процесс сварки кронштейна растяжки передней подвески с внедрением роботизированного технологического комплекса, выбрано оборудование для реализации разработанной проектной технологии.

Пояснительная записка содержит 58 страниц, графическая часть включает 8 листов формата А1

ABSTRACT

The topic of the given final qualification work is «Technology of welding of a bracket of a stretching of a front suspension bracket of the car»

This final qualification work consists of an explanatory note on fifty eight pages, introduction on two pages, including fourteen figures, nineteen tables, the list of twenty five references and one appendices, and the graphic part on eight A1 sheets.

The subject of the final qualification work is the bracket stretching the front suspension of the car. We address the problem of productivity in production, welding quality, and the problems associated with the influence of hazards on humans when working with equipment.

The first part of the project gives details about the basic technology of welding product, general technical information, disadvantages of the basic technology and defects arising from welding in the basic version.

In the second section describes the technological process of welding products with the introduction of robotic technological complex, the analysis of methods of automation, selected equipment.

The third section discusses the hazards that may arise in the project technology and measures to address them.

The fourth section is aimed at economic efficiency calculations for the two compared options. On the basis of economic analysis, a more optimal variant for the welding technology of the stretching bracket is selected.

Overall, the results suggest that the introduction of robotic technology complex will improve productivity, reduce the complexity of assembly welding operations, reduce injuries to workers, improve the quality of welding.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Современное состояние сварки деталей типа кронштейна растяжки передней подвески.....	8
1.1 Сведение об изделии.....	8
1.2 Сведения о материале изделия.....	10
1.3 Описание базового варианта изготовления кронштейна растяж- ки.....	11
1.4 Контроль качества.....	15
1.5 Дефекты, возникающие при сварке по базовой технологии.....	16
1.6 Недостатки базовой технологии.....	17
1.7 Формулировка задач выпускной квалификационной работы....	17
2 Проектная технология сварки изделия	19
2.1 Анализ и обоснование средств автоматизации.....	19
2.2 Выбор оборудования.....	23
2.3 Технологический процесс проектного варианта.....	28
3 Безопасность и экологичность технического объекта	31
3.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	31
3.2 Идентификация профессиональных рисков.....	32
3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	33
3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта....	34
3.5 Обеспечение экологической безопасности технического объек- та.....	40
3.6 Заключение по разделу бакалаврской выпускной квалификаци- онной работы.....	42
4 Оценка экономической эффективности разрабатываемого проекта.....	44

4.1 Исходные данные для выполнения расчётов.....	44
4.2 Затраты на основной материал для изготовления изделия.....	46
4.3 Определение нормы штучного времени для базового и проектно- го вариантов технологии.....	47
4.4 Капитальные вложения в оборудование.....	47
4.5 Определение технологической себестоимости базового и про- ектного вариантов.....	49
4.6 Расчет экономической эффективности.....	51
4.7 Заключение по экономическому разделу.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перед производителем сварочных работ стоит задача добиться максимального повышения производительности. В этом плане наиболее перспективна контактная сварка, которая применяется во всех отраслях современного производства. Благодаря простоте автоматизации, высокому качеству контактная сварка заняла лидирующее место в авиационной, электронной, строительной, вагоностроении, а также в автомобильной промышленности. Контактной сваркой можно успешно соединять практически все известные конструкционные материалы.

Оборудование для контактной сварки имеет ряд существенных отличий от оборудования для выполнения других способов сварки. Способом контактной сварки сваривают различные материалы и детали в широком диапазоне толщин (0,01-10мм). Неоспоримые достоинства контактной сварки – возможность получения сварного соединения с минимальной вынужденной остаточной деформацией, не превышающей 10%, лёгкость автоматизации сборочно – сварочных работ, высокая культура производства и благоприятные условия труда. Эти достоинства сделали её в настоящее время основным способом соединения деталей в массовом производстве.

Но у контактной сварки имеются и недостатки, влияющие на производительность и качество сварных соединений. А именно необходимость в высококлассном обслуживающем персонале, необходимость в специализированном оборудовании, приспособленном к конкретной детали, отсутствие универсальности, необходимость борьбы с выплесками, отсутствие надежных методов неразрушающего контроля.

Также при контактной сварке с участием человека сложно получить высокую производительность. Опыт показывает, что недостатки, возникающие в процессе использования контактной сварочной машины устраняются путем внедрения автоматизации сварочных операций. Среди автоматизированных способов сварки контактная сварка занимает лидирующее место.

Почти уже в каждом производстве на смену ручному труду приходят всё более совершенные средства автоматизации – автоматические линии, робототехнические комплексы и т.д.

Актуальность внедрения роботов растет в силу повышения характеристик качества, экономической эффективности, уменьшения воздействия опасных факторов на человека, а также увеличения производительности.

Исходя из этого цель выпускной квалификационной работы – это повышение производительности и качества изготовления кронштейна растяжки передней подвески за счёт автоматизации сварочных операций при изготовлении детали.

1 Современное состояние сварки деталей типа кронштейна на растяжки передней подвески

1.1 Сведения об изделии

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается кронштейн растяжки передней подвески легкового автомобиля (рис.1.1). Изделие устанавливается на растяжке крепления к кузовной панели. Данный узел предотвращает поломку нижнего рычага подвески. Особенности установки кронштейна в этом узле объясняется тем, чтобы, при случае силового воздействия на область крепления кронштейна растяжки, пострадал не нижний рычаг подвески, а именно этот узел, в котором закреплено данное изделие.



Рисунок 1.1- Общий вид кронштейна растяжки передней подвески

Кронштейн для растяжки передней подвески автомобиля имеет П-образную форму и состоит из 3-х деталей: первая и вторая детали – это кре-

пежные части с крепежными отверстиями, которые используются для сборки изделия и установки готового кронштейна на кузове автомобиля. Третья деталь – втулка, в которую после всего технологического процесса по изготовлению кронштейна растяжки запрессовывается сайлентблок. Крепежные части изготавливают штамповкой и соединяются между собой контактной сваркой 6-ю точками. Втулка устанавливается между крепежными частями кронштейна растяжки и фиксируется посредством наложения сварного шва дуговой сваркой. Боковые кромки П-образных деталей кронштейна представляют из себя отогнутые фланцы. Заготовки выполняют из конструкционной углеродистой качественной стали листового проката – 08 ПС, толщиной 2,5мм сложной конфигурации с ребрами жесткости, увеличивающими стойкость к излому. Применяется на автомобилях «ЛАДА» семейства «Калина»

Общее количество сварных точек-шесть. Сварка кронштейна выполняется на машине точечной стационарной, с использованием сборочного приспособления.

Технические требования изделия при эксплуатации автомобиля - эластичность и жесткость, энергоемкость и низкое теплообразование при многократных разнонаправленных нагрузках, таких как осевые, радиальные и коаксиальные. Совокупность этих технических характеристик обеспечивает высокий ресурс шарниров в эксплуатации и быструю передачу моментов от руля к колесам. Это в свою очередь, повышает управляемость автомобилем. В конструкции кронштейна крепления растяжки должно быть отличное техническое состояние резинометаллических шарниров и резиновых подушек, они подлежат замене при разрывах и одностороннем выпучивании резины, при подрезании их торцевых поверхностей, а также при наличии люфта [1].

Для повышения коррозионных свойств проводят операции по окраске изделия, как завершающий этап изготовления кронштейна растяжки. Целью этапа окраски является антикоррозийная защита изделия. Результат такой

обработки повышает срок эксплуатации устройства [2].

Таблица 1.1- Основные характеристики кронштейна растяжки передней подвески легкового автомобиля

Наименование параметра	Значение параметра
Вес	800 г
Диаметр отверстий	11 мм
Количество сварных точек	6 шт
Толщина кронштейна растяжки	2,5 мм

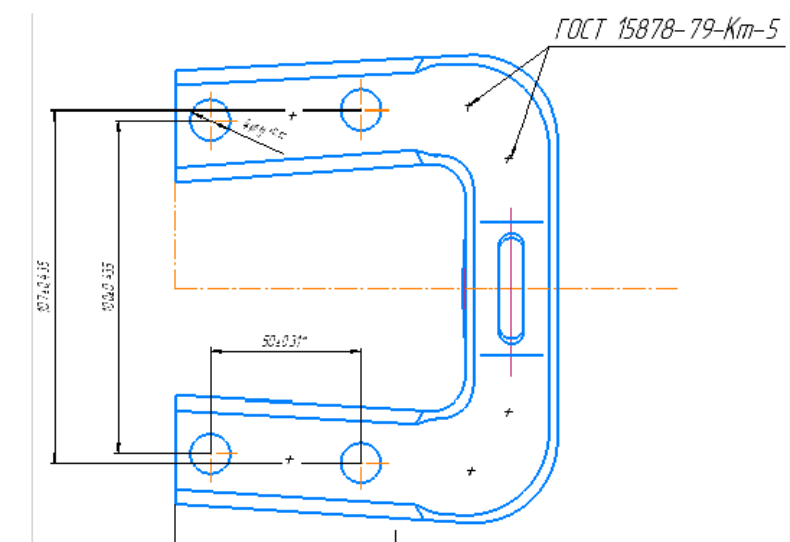


Рисунок 1.2-Эскиз кронштейна растяжки передней подвески

1.2 Сведения о материале изделия

Изделие изготавливается из стали 08 ПС - конструкционной углеродистой качественной стали. Также у данной марки стали есть и заменитель – сталь 08. Использование в промышленности: для прокладок, шайб, вилок, труб, а также деталей, подвергаемых химико-термической обработке — втулок, проушин, тяг[3].

Таблица 1.2 - Химический состав стали 08 ПС

Наименование элемента	Обозначение	Содержание
1. Железо	Fe	около 98,0%
2. Марганец	Mn	0,35-0,65%
3. Хром	Cr	не более 0,1%
4. Медь	Cu	не более 0,25%
5. Никель	Ni	не более 0,25%
6. Кремний	Si	0,05-0,17%
7. Углерод	C	0,05-0,11%
8. Мышьяк	As	не более 0,08%
9. Сера	S	не более 0,04%
10. Фосфор	P	не более 0,035%

Название стали расшифровывается следующим образом:

«08»-количество углерода; ПС – показатель раскисления стали, в данном случае - полуспокойная. Предел текучести у данной марки достаточно высок, поэтому металл может выдерживать упругую деформацию. Также «08 ПС» обладает хорошей свариваемостью [4].

1.3 Описание базового варианта изготовления детали.

Технологический процесс изготовления кронштейна растяжки передней подвески легкового автомобиля включает в себя следующие этапы:

- 1)Разметка
- 2)Резка
- 3)Штамповка (вырубка заготовок)
- 4)Штамповка (гибка заготовок)
- 5)Сварка на машине контактной сварки
- 6)Сварка механизированная
- 7)Контроль качества

Разметка осуществляется при помощи маркера и линейки и по заданным размерам отчерчивается контур (границы) детали для последующих этапов. Требование к операции – отклонение не должно превышать 1 мм

Следующая операция - процесс резки. В нашем случае мы используем гильотину НД3314Г[5]. По вырисованным линиям мы вырезаем лист по заданным габаритам (рис.1.3). Зазор между ножами = 0,2 мм. Усилие прижима = 2,4кН. По техническим требованиям отклонение не должно превышать в точности ± 1 мм.



Рисунок 1.3 – Резка металла

Вырезанный лист отправляется на заранее подготовленные штампы прессы кривошипно-шатунного механизма «КЕ-2330»[6](рис.1.4), на котором вырубается детали вместе с пробивкой в них отверстий в 2 операции. После этого выполняют замену оснастки и происходит гибка деталей. Далее, выполняется фланцовка двух деталей. Фланцовка выполняется в 2 этапа со сменой оснастки. Не допускается неправильное положения заготовки в штампе. Параметры режима: $S_{мет} = 2,5$ мм, усилие $P = 1000$ кН. Управление двуручное.



Рисунок 1.4 – Этап штамповки деталей

Следующая операция штамповки выполняется на этом же прессе кривошипно-шатунного механизма, но с использованием другого штампа, предназначенного для гибки элементов изделий. Параметры режима: $S_{мет} = 2,5\text{мм}$, усилие $P = 1000\text{кН}$

Полученные заготовки транспортируются на производственный участок, где выполняется сборочно-сварочная операция. Транспортировка осуществляется погрузчиками, работающими на электрической энергии за счет аккумуляторов, чтобы не загрязнять атмосферу в цехе. Заготовки находятся в оборотной таре, откуда сварщик предварительно перемещает их на участок сборочно-сварочной операции. На участке заготовки складываются в специальную тару, расставленную вокруг сборочного кондуктора.

Далее изделия отправляются на этап сборки, где они соединяются (рис.1.5) с помощью сборочного инструмента наложением друг на друга. Точность взаимного расположения деталей обеспечивается установочными пальцами, выполненными на приспособлении. На эти пальцы одеваются заготовки установочными отверстиями. Время сборки = 0,4 мин. Условие – соблюдать правильную сборку изделий.

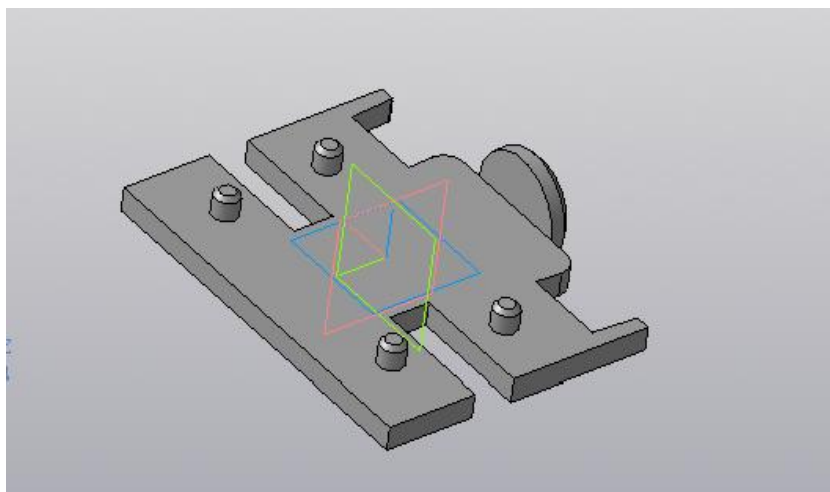


Рисунок 1.5 – Сборка кронштейна растяжки

Далее происходит процесс сварки (рис.1.6) на контактной сварочной машине МТ-1928Л УХЛ4 [7].

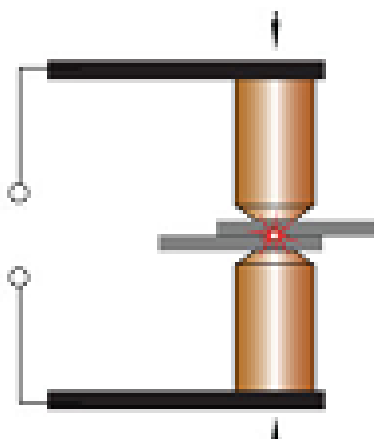


Рисунок 1.6 – Контактная - точечная сварка кронштейна

Оператор подает в зону электродов стационарной сварочной машины изделие, закрепленное в приспособлении. Первые две сварные точки выполняются с фиксацией заготовок в приспособлении. После снятия сборочного приспособления, выполняют остальные четыре сварные точки. Сила тока при сварке принимается 15000 ампер, время импульса прохождения свароч-

ного тока 0,2 секунды, давление сжатия 300 килограмм, напряжение на вторичной обмотке трансформатора 5 вольт.

Дальше выполняют механизированную сварку на полуавтомате MIG-257 в среде углекислого газа(Рис.1.7).

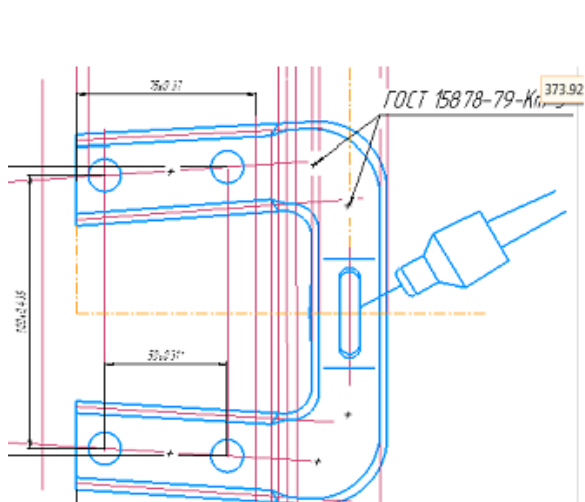


Рисунок 1.7 – Механизированная сварка остальной части изделия в среде углекислого газа

Для фиксации втулки с крепежной частью детали используют механизированную сварку на полуавтомате БАРС MIG257 (DT) – заваривают отверстия. Параметры режима: $I_{св} = 100-115A$, диаметр проволоки = 1мм, толщина металла = 2,5мм, скорость подачи проволоки = 15м/ч, напряжение = 20 вольт, расход газа = 9л/мин, сварочная проволока- СВ08Г2С По техническим требованиям сварочной операции не допускается отклонение $\pm 10A$ [8].

1.4 Контроль качества

По окончании сварки сварщик визуально контролирует сваренный узел. В первую очередь производится контроль сварных точек. Точки должны иметь темное ядро, вмятину, и цвета побежалости вокруг ядра. Недопустимы непровары (в этом случае отсутствует темное ядро и не наблюдается вмятина), прожоги. Сваренные изделия укладывается в обратную тару, ко-

тору по мере наполнения изымают с участка и перевозят на участок сборки сварки кузова.

Пять изделий из ста контролирует работник бюро технического контроля цеха. Контролируемое изделие проверяется в специальном кондукторе на соответствие геометрии, после чего, производится контроль на расщепление сварных точек. Выдержавшее контроль изделие, запускается в дальнейший производственный цикл. Изделие не прошедшее контроль бракуется, партия сваренная после предыдущего контроля проходит дополнительный контроль, и в случае несоответствия требованиям на изделие забраковывается, брак изолируется.[9]

1.5 Дефекты, возникающие при сварке по базовой технологии.

В технологическом процессе базового варианта встречаются следующие дефекты сварных соединений, влияющие на качество сварки:

Непровар. Причины: малое значение сварочного тока. Дефект не обнаруживается внешним осмотром.

Внутренний выплеск (выход расплавленного металла в зазор между деталями). Причины: недопустимые значения сварочного тока или высокое значение длительности сварочного импульса, также причиной может быть малое усилие сжатия, несоосное положение электродов относительно друг друга. Определяется методами ультразвукового или рентгенографического контроля.

Наружный выплеск (выход металла на поверхность детали). Причины: включение импульса при несжатых электродах, высокое значение сварочного тока или большое значение длительности импульса, также малое значение усилия сжатия, перекос электродов относительно деталей, загрязнённая поверхность металла. Определяется внешним осмотром [9].

Смещение литого ядра или неправильная форма литого ядра. Возможные причины: неправильная установка электродов, поверхность деталей за-

грязнённая. Дефекты обнаруживаются методами рентгенографического или ультразвукового контроля.

Прожог. Причины: наличие зазора в собранных деталях, загрязнение поверхности деталей или электродов, отсутствие или малое значение усилия сжатия электродов во время импульса тока. Во избежание данного дефекта, нужно подавать ток только после приложения полного усилия сжатия. Определяется внешним осмотром [10].

1.6 Недостатки базовой технологии

Несмотря на все неоспоримые достоинства технологии сварки кронштейна растяжки в базовом технологическом процессе есть и недостатки, влияющие на весь технологический изготовления детали: низкая производительность (время, затрачиваемое на установку и снятие детали со сборочного приспособления, трудоемкость сборочно-сварочной операции, которая негативно влияет на производительность, наличие только одного оператора на данной операции, а также время, затрачиваемое на обточку электрода при его длительной работе), низкое качество сварки (быстрый износ электрода, неправильно выполненная сварная точка, которая может последовать за собой жидкие выплески, воздействующие на человека негативно и причиняя ему вред), воздействие опасных факторов на человека (поступление в зону дыхания углекислого газа, чрезмерная запыленность и загазованность воздуха, повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне, воздействие переменных магнитных полей при контактной сварке).

1.7 Формулировка задач выпускной квалификационной работы

В проекте была поставлена цель – повышение производительности при изготовлении кронштейна растяжки передней подвески легкового автомобиля.

При полном анализе нами были рассмотрены следующие недостатки базовой технологии:

Низкая производительность, низкое качество сварных соединений, воздействие опасных факторов на человека. Для этого в дальнейшей работе необходимо:

1. Выполнить анализ способов автоматизации
2. Предложить оборудование для роботизированной сварки изделий

2 Проектная технология сварки изделия

2.1 Анализ и обоснование средств автоматизации

Автоматизация технологического процесса – совокупность методов и средств, предназначенных для реализации системы, отвечающей за выполнение операций без участия человека, то есть внедрение в производственный цикл промышленного робота.

Промышленные роботы (ПР) могут быть эффективно использованы для автоматизации как основных, так и вспомогательных технологических операций в условиях производства с различной серийностью. Выбор средств автоматизации зависит от серийности производства [11].

Технология сварки кронштейна растяжки передней подвески описывалась в первом разделе, и представляет собой производство крупносерийного класса. На данный момент на производствах серийного класса и выше, применяются автоматические линии и роботизированные технологические комплексы.

Среди данных способов автоматизации оптимальным для производства, где изготавливается кронштейн растяжки, будет внедрение РТК потому, что при сравнении с автоматическими линиями РТК будет дешевле, и площадь, занимаемая оборудованием, будет меньше. В качестве базовых роботизированных технологических комплексов представлено три типа РТК [12]:

РТК первого типа рассматривается в использовании одного промышленного робота, обслуживающего одну рабочую единицу или рабочее место (Рис 2.1).

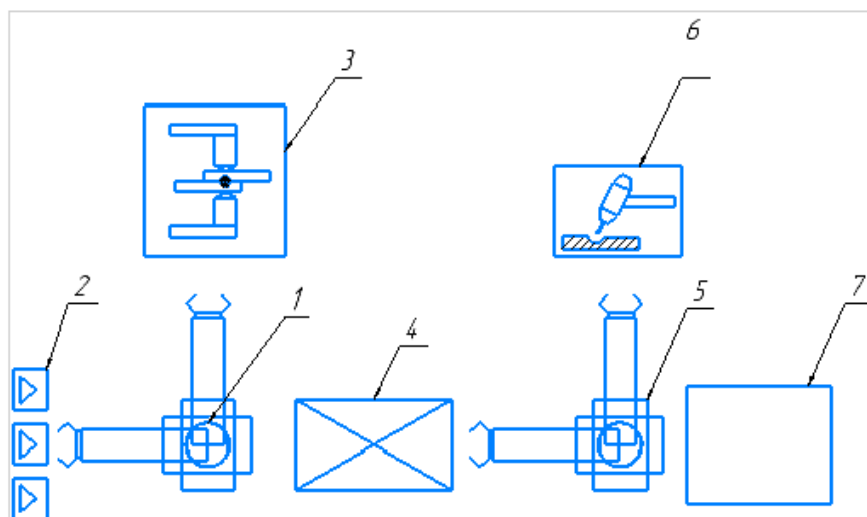


Рисунок 2.1- РТК первого типа

Сборочный робот (1) с использованием вспомогательного инструмента транспортирует заготовки с податчиков (2) на ложемент машины контактной сварки (3), где выполняется сборка кронштейна и сварка шести точек. После этого, выполняется транспортировка изделия на оснастку (4), с которой второй робот (5) транспортирует изделие на операцию дуговой сварки (6), после чего кронштейн растяжки загружается в специальную тару (7), предназначенную для готовых изделий, или склиз. РТК первого типа относятся к наиболее простым, их можно использовать не только в серийном, но и в мелкосерийном производстве. Обработка осуществляется по групповой технологии. Они характеризуются высокими показателями эффективности – малой длительностью цикла обработки деталей и малой трудоёмкостью обработки деталей [12, с. 33].

В РТК 2-ого типа робот-манипулятор расположен в центре участка, и обслуживает несколько производственных единиц (Рис.2.2)

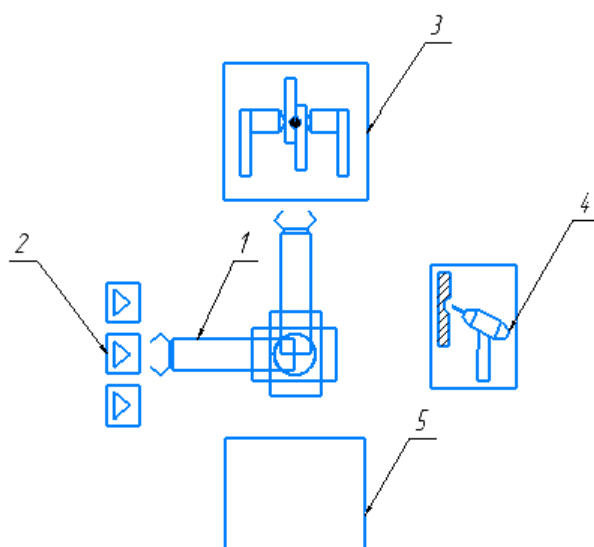


Рисунок 2.2 - РТК 2-ого типа

Робот (1) загружает заготовки с податчиков (2) в сборочное приспособление, находящиеся на операции контактной сварки (3). Производится сварка шести точек. Далее робот транспортирует деталь на операцию по фиксации втулки с крепежными частями изделия с помощью дуговой сварки в среде углекислого газа (4). После этого выполняется загрузка готового кронштейна в специальную тару. Загрузка и разгрузка выполняется в позициях (2) и (5) с помощью сборочного робота (1). Эти РТК менее целесообразны для групповых поточных линий с большой номенклатурой изделий в условиях серийного и крупно серийного производств, что объясняется жесткой системой связи оборудования как в линейном, так и в круговом РТК. Здесь не предусмотрены системы переориентации деталей при переходе от одной операции к другой. По сравнению с РТК первого типа, эффективность применения РТК второго типа выше благодаря увеличению числа единиц оборудования, обслуживаемого одним промышленным роботом[12, с. 34]

РТК 3-ого (Рис.2.3) типа чаще всего применяют на сборочно - сварочных операциях. В роботизированном технологическом комплексе группа роботов (1, 4 и 5) одновременно и взаимосвязанно обслуживают одну единицу технологического оборудования (3) одно рабочее место[12, с. 34].

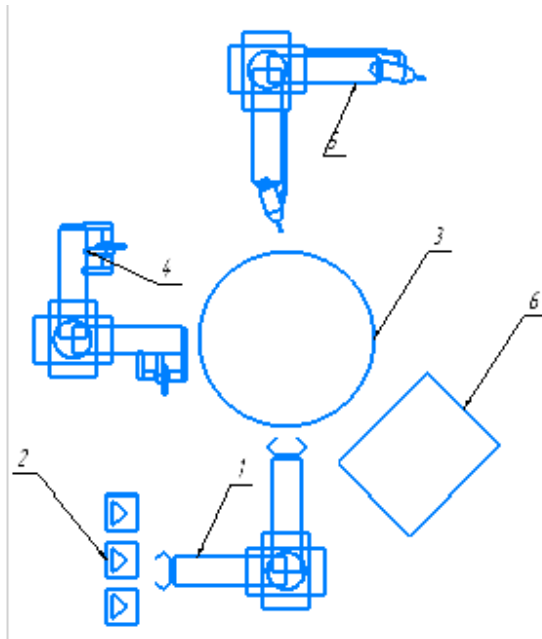


Рисунок 2.3- РТК 3-ого типа

В РТК 3-ого типа центр рабочего места – поворотный стол, который обеспечивает транспортировку деталей с помощью дистанционного управления. Цикл начинает сборочный робот (1). Он загружает с податчиков (2) детали в, заранее установленное, сборочное приспособление на поворотном столе (3) и выполняет сборку изделия. Собранный изделие фиксируется зажимами. Далее кронштейн растяжки транспортируется поворотным столом к операции контактной сварки (4), где промышленный робот сваривает детали с простановкой шести сварных точек. После этого стол позиционирует изделие на операцию дуговой сварки (5). Робот (5) заваривает отверстия в крепежных частях изделия, фиксируя соединение между крепежными частями и втулкой. В конце операции пневматические зажимы отключаются, и готовое изделие робот (1) разгружает в специальную тару (6), которая предназначена для транспортировки на участок контроля качества изделий. При применении роботизированного технологического комплекса 3-ого типа в качестве рабочего места, обслуживаемого несколькими промышленными роботами, следует применять поворотный стол, который управляется с помощью ЧПУ. Про-

изводительность достигается за счет внедрения нескольких роботов, обслуживающих одно рабочее место. Поворотный стол позволяет увеличить производительность за счёт изготовления роботами более 1-ого изделия за полный поворот вокруг своей оси [12, с. 37].

Опыт применения роботов показал, что использование одного робота малоэффективно. Наибольший эффект применения роботов достигается при общей механизации и автоматизации цеха или участка с применением роботов или в случае использования сварочного робота совместно со вспомогательными механизмами, объединёнными общей схемой управления в сварочный робототехнический комплекс. Проанализировав типы РТК, их особенности применения, компоновки на производственном участке, был выбран третий тип роботизированного технологического комплекса - групповое использование промышленных роботов, размещенных вокруг рабочего места, где обслуживается одна сборочная единица. В качестве рабочего места послужит специальный поворотный стол, обеспечивающий транспортировку детали к последующим операциям[13].

2.2 Выбор оборудования

Роботизированный технологический комплекс, который будет использован в технологическом процессе проектной технологии, состоит из следующих производственных единиц: промышленный робот, предназначенный для сборки детали, сборочное приспособление для сборки изделия, сварочный робот KR 125, сварочные клещи, сварочное оборудование, промышленный робот, предназначенный для дуговой сварки деталей, устройство подачи защитного газа, сварочная горелка, рабочим местом послужит специальный поворотный стол, который обеспечивает транспортировку деталей с помощью ЧПУ.

Для электродуговой сварки будет применен робот ABB IRB 1520 ID изготовленный специально для дуговой сварки изделий (Рис.2.4).



Рисунок 2.4- Робот манипулятор ABB IRB 1520 ID

Как известно, недостатки роботов на производстве это кабели и шланги, препятствующие свободному движению робота по ходу его движения. Также при покупке многих других роботов, требуется ещё и дополнительное оборудование для полной оптимизации его работы. С помощью IRB 1520ID (с интегрированным сварочным обвесом) пакет шлангов на верхней руке и сварочные кабели в базе робота полностью интегрированы внутрь манипулятора. Это означает, что все что, необходимо для электродуговой сварки, включая силовые электрические кабели, проволока, защитный газ и сжатый воздух проложены внутри робота для обеспечения максимальной производительности и энергоэффективности. Грузоподъемность робота составляет 4 кг, радиус действия 1,5 м [14].

Для сборки изделия применена модель робота ABB IRB 1600 (Рис.2.5). Разработанный как недорогой, универсальный робот-манипулятор, IRB 1600 идеален как для электродуговой сварки, так и для литья металлов под давлением, обслуживания станков, погрузки / разгрузки, литья пластмасс под давлением, сборки и упаковки [15]. В данном случае робот будет запрограммирован на сборку кронштейна растяжки передней подвески. В качестве вспомогательного оборудования будут использованы специальные хваты и сбо-

рочное приспособление. Грузоподъемность данной модели составляет 6-8,5 кг, радиус действия 1,2 м, 6 степеней подвижности, также данная модель робота может быть применена для других производственных задач.



Рисунок 2.5- Робот для сборки ABB IRB 1600

Для контактной сварки будет использована модель робота KUKA KR-125 (Рис.2.6). Робот оборудован последней моделью контроллера KR C2 на базе компьютерной системы Windows. Программирование при помощи контроллера KR C2 с интерфейсом Microsoft Windows будет несложным. Он легко расширяем, может подключаться к сетям через магистраль и содержит готовые пакеты программ.

Характеристики KR C2:

- компьютерные технологии с возможностью удаленного управления и организации сети
- 2 свободных гнезда для внешних осей
- стандартные гнезда DeviceNet и Ethernet для распространенных магистральных систем (например, INTERBUS, PROFIBUS, DeviceNet)
- функция конфигурации движения для настройки оптимального взаимодействия между отдельными двигателями робота и скорости их действия
- гибкий диск и CD-ROM для хранения данных

- возможность удаленной диагностики через Интернет
- простой процесс контроля и программирования при помощи панели управления KUKA (КСП) с графическим интерфейсом Windows 95
- компактный блок управления
- эргономичный дизайн панели управления KUKA (КСП) [16].

При сварке используются сварочные клещи со встроенным трансформатором с поворотным механизмом. Максимальная грузоподъемность 150 кг, максимальный радиус действия 2.8м, точность – 0.2мм[16].



Рисунок 2.6 - Промышленный робот KUKA KR 125

В качестве рабочего места был выбран стол – оснастка с поворотным механизмом Gangro DR-630 с ЧПУ (Рис.2.7), который обеспечивает транспортировку деталей к последующим технологическим операциям.



Рисунок 2.7- поворотный стол Gangro DR-630 с ЧПУ

Стол с т-образными пазами позволяет устанавливать различные приспособления, вспомогательные инструменты. Поворотные фрезерные столы позволяют увеличить автоматизацию производства, т.е. повысить его эффективность и точность. При работе в режиме позиционирования стол GANRO позволяет сократить время на переналадку, снизить расходы на зажимную оснастку, уменьшить вероятность ошибки оператора. Полноценная многоосевая обработка позволяет получать детали сложной формы с высокой точностью [17].

Таблица 2.1– Характеристики поворотного стола Gangro DR-630 с ЧПУ

Параметр	Значение параметра
1	2
Тип тормоза	Пневматический
Ширина Т- пазов	18 мм
Высота	320 мм

Продолжение таблицы 2.1

1	2
Диаметр	630 мм
Максимальное число оборотов	11,1 об./мин.
Допустимая нагрузка на стол	400 кг

2.3 Описание проектной технологии сварки кронштейн растяжки

Проектная технология включает следующие операции:

- 1)Разметка
- 2)Резка
- 3)Штамповка деталей
- 4)Сборка
- 5)Контактная сварка деталей с использованием робота KUKA KR125
- 6)Фиксация втулки с крепежными частями детали с применением робота ABB IRB 1600ID, предназначенного для дуговой сварки
- 7)Контроль качества изделия

Разметка осуществляется, аналогично, базовой технологии, с использованием простых приспособлений- линейка, маркер. Отклонение в точности не должно превышать 1мм.

Резка материала осуществляется по вырисованным линиям на гильотине пневматического типа НД3314Г. По техническим требованиям отклонение составляет не больше ± 1 мм. Зазор между ножами = 0,2 мм. На операции по заготовке частей изделия, на прессе кривошипно-шатунного механизма KE-2330 детали вырубаются в 2 этапа с пробивкой крепежных отверстий с использование разных штампов. После этого детали отправляются на гибку , где формуются за одну операцию 2 детали на одной оснастке. Далее на прес-

се выполняется фланцовка крепежных частей, которые изготавливаются на разных штампах. Выполненные заготовки, складываются в специальные тары. После этого погрузчик транспортирует заготовки на участок сборочно – сварочной операции.

Участок сборочно - сварочной операции представляет специальное оградительное помещение с навесом, где расположена группа роботизированной системы производства, а рабочее место, которое расположено в центре данного участка – поворотный стол, который позиционируется с помощью ЧПУ. На первом этапе сборочно-сварочной операции промышленный робот IRB 1600 выполняет сборку деталей. Используя сборочное приспособление, заранее присоединенное к столу, робот, поочередно, с каждой тары транспортирует заготовки на сборочное приспособление и заготовки фиксируются с помощью пневматических зажимов. Время сборки = 0,1 мин. Далее, стол позиционируется на операцию контактной сварки. Робот KUKA KR 125 выполняет контактную сварку изделия с постановкой шести сварных точек с помощью сварочных клещей.. Сила тока при сварке принимается 15000 ампер, время импульса прохождения сварочного тока 0,2 секунды, давление сжатия 300 килограмм. Далее стол – оснастку позиционируют с помощью ЧПУ на операцию дуговой сварки. На данной операции робот IRB 1520ID выполняет заваривание отверстий в крепежных частях. В результате получается дополнительная фиксация крепежных частей изделия со втулкой. Параметры режима: $I_{св} = 100-115A$, диаметр проволоки = 1мм, толщина металла = 2,5мм, скорость подачи проволоки = 30 м/ч, напряжение = 20 вольт. По техническим требованиям сварочной операции не допускается отклонение более $\pm 5A$, отклонение сварочной проволоки $\pm 0,2мм$. После выполненных операций робот IRB 1600 разгружает изделие со сборочного приспособления в специальную тару для последующей транспортировки на участок контроля качества. На участке контроля качества проверяют изделие на соответствие геометрии с использованием штангенциркуля SCRAВ 40360, проводят визуальный осмотр с помощью лупы, и проводят контроль на расщепление свар-

ных точек с использованием молотка и зубила. Изделие, не прошедшее контроль, бракуется. Неисправленное изделие, не прошедшее дополнительный контроль, изолируется.

3 Безопасность и экологичность технического объекта

3.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая

характеристика рассматриваемого технического объекта

Таблица 3.1 – Технологический паспорт технического объекта

Этапы технологического процесса	Вид выполняемых работ	Должность работника	Производственное оборудование, приспособление	Материалы
1	2	3	4	5
Подготовка образцов под сварку	Разметка; резка	Наладчик технологического оборудования	Линейка, чертилка	сталь
Установка и сборка изделий под сварку	сборка; сварка	Инженер – сварщик, наладчик производственного оборудования	кондуктор; роботизированная контактная сварочная модель робота KUKA KR 125, промышленный робот IRB 1600, выполняющий сборку изделия	сталь, текстолит
Сварка для фиксации втулки	сварка	Инженер	Промышленный робот ABB IRB 1520ID	сталь

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
Контроль качества готового изделия	Проверка на соответствие геометрии изделия	Инженер-исследователь	Штангенциркуль электронный SCRAВ 40360	сталь
Механические испытания	Контроль на расщепление сварных точек	Сварщик	Молоток, зубило	сталь

3.2 Идентификация профессиональных рисков

Результаты выполненной работы идентификации профессиональных рисков приводятся в виде таблицы 3.2.

Таблица 3.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный производственный фактор	Источник опасного производственного фактора
1	2	3
Рубка	Подвижные части производственного оборудования	Гильотина НД3314Г
Штамповка	Подвижные части производственного оборудования	Кривошипный пресс KE2330
Сборка	-	Промышленный робот манипулятор «IRB 1600»

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3
Роботизированная контактная сварка	Выплески жидких объектов, искры	Роботизированная контактная сварочная модель робота KUKA KR 125
Роботизированная дуговая сварка	Выплески жидких объектов, искры	Промышленный робот ABB IRB 1520 ID
Контроль качества	Умственное перенапряжение; Монотонность труда	-
Механические испытания	Умственное перенапряжение; Монотонность труда	-

3.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Необходимо выбрать и обосновать условие эффективности и достаточности организационно-технических методов и технических средств защиты, частичного снижения или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора. В результате проведенного анализа заполняется таблица 3.3.

Таблица 3.3 – Организационно-технические методы и технические средства устранения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
Подвижные части оборудования	Ограждения, защитные приспособления	Толстые рабочие перчатки
Подвижные части производственного оборудования	Двуручное управление прессом, защитный экран	Перчатки хлопчатобумажные
-	Защитные ограждения с навесом	
Разлетающиеся жидкие объекты, наносящие удар по телу человека, работающего вблизи	Защитные ограждения с навесом	Спецодежда
Разлетающиеся жидкие объекты, наносящие удар по телу человека, работающего вблизи	Защитные ограждения с навесом	Спецодежда
Монотонность труда	Ежечасный 5-ти минутный перерыв	
Умственное перенапряжение	Ежечасный 5-ти минутный перерыв	

3.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 3.4

Таблица 3.4 Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Участок измерительной режущей операции	Гильотина НД 3314Г	Е	Пламя, искры, тепловой поток	Образующиеся в процессе пожара крупногабаритные

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
				<p>части разрушившихся элементов оборудования, технологических установок, замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества.</p>
<p>Участок заготовительной операции</p>	<p>Кривошипно-шатунный пресс КЕ2330</p>	<p>Е</p>	<p>Пламя, искры, тепловой поток</p>	<p>Образующиеся в процессе пожара крупногабаритные части разрушившихся элементов оборудования, технологических установок, замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества.</p>

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
Участок сборочной операции	Промышленный робот	В), Е)	Пламя, искры, тепловой поток, снижение видимости в дыму	Образующиеся в процессе пожара крупногабаритные части разрушившихся элементов оборудования, технологических установок, замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара
Участок сварочной операции	Промышленные роботы	В), Е), С)	Пламя, искры, тепловой поток, снижение видимости в дыму	Образующиеся в процессе пожара крупногабаритные части разрушившихся элементов оборудования, технологических установок, замыкание высокого

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
				электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара
Участок контроля геометрических параметров	Электронный штангенциркуль SKRAB 40360	-	-	-
Участок механических испытаний		-	-	-

3.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий

По данному разделу оформляется таблица 3.5

Таблица 3.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарная сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Пожарный щит; Переносные и передвижные огнетушители	Переносные и передвижные огнетушители	Пожарный щит	Автоматические установки пожарной сигнализации; Автоматические установки пожаротушения	Пожарный щит; Переносные и передвижные огнетушители	План эвакуации	Ломы, топоры; Аварийно-спасательный инструмент	Система связи с пожарной охраной; Линии связи

3.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Разрабатываются организационно-технические мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов, способству-

ющих возникновению пожара. По результатам разработки оформляется таблица 3.6

Таблица 3.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационно-технических мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности
1	2	3
Измерительная операция, гильотина НД3314Г	Своевременное предотвращение нарушений. Соблюдение хорошей изоляции на токоподводящих частях оборудования. Наличие первичных средств пожаротушения.	Отсутствие течи горючесмазочных материалов. Отсутствие оголенных частей токоподводящих частей производственного оборудования.
Заготовительная операция, кривошипно-шатунный пресс КЕ 2330	Контроль наличия смазывающих материалов, незамедлительное устранение нарушений. Соблюдение целостности изоляции на токоподводящих частях оборудования. Наличие первичных средств пожаротушения.	Отсутствие оголенных частей токоподводящих частей оборудования.
Сборочная операция	Своевременная процедура по устранению нарушений, соблюдение целостного состояния изоляции на токоподводящих путях оборудования. Наличие первичных методов пожаротушения.	Отсутствие оголенных частей проводов производственного оборудования.
Сварочные операции	Своевременная процедура	Отсутствие оголенных ча-

	по устранению нарушений, соблюдение целостного состояния изоляции на токо-	стей токоподводящих частей оборудования.
--	--	--

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3
	подводящих путях оборудования. Наличие первичных методов пожаротушения.	
Контроль качества	-	-
Механические испытания	-	-

3.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Необходимо провести идентификацию сопутствующих негативных экологических факторов, результаты которой отразить в Табл. 3.7.

Таблица 3.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование Производственно- Технологического процесса	Структурные со- ставляющие про- изводственно- технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на ат- мосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на ли- тосферу
1	2	3	4	5
Измерительно- подготовительная операция	Гильотина НД3314Г. Элек- троснабжение	Выброс сжа- того воздуха с оборудования	отсутствует	отсутствует
Заготовительная операция	Кривошипно- шатунный пресс КЕ 2330. Сжатый	Выброс сжа- того воздуха	отсутствует	отсутствует

	воздух			
Сборочная операция	Электроснабжение	отсутствует	отсутствует	отсутствует

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5
Сварочная операция	Электроснабжение и водоснабжение, сжатый воздух	Выброс сжатого воздуха, углекислого газа с оборудования.	Забор воды из источников водоснабжения	отсутствует
Контроль соответствия геометрии	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Механические испытания	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует

3.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемым техническим объектом (заданным выпускной квалификационной работой), обеспечивающих соблюдение действующих (перспективных) требований нормативных документов.

По результатам разработки мероприятий оформляется таблица 3.8 .

Таблица 3.8 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Технологический процесс сварки кронштейна растяжки передней подвески
Мероприятия по снижению негативного антропо-	Техническое обслуживание систем вентиляционного отведения

генного воздействия на атмосферу	
Мероприятия по снижению негативного антропо-	Своевременное техническое обслуживания, связанное с водоотведением

Продолжение таблицы 3.8

погенного воздействия на гидросферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Негативные факторы воздействия на литосферу отсутствуют

3.6. Заключение по экологическому разделу

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика производственно-технологического процесса технологии сварки кронштейна растяжки передней подвески.

Проведена идентификация возникающих профессиональных рисков по осуществляемому производственно-технологическому процессу технологии сварки кронштейна растяжки передней подвески. В качестве опасных и вредных производственно-технологических факторов идентифицированы следующие: подвижные части производственного оборудования; разлетающиеся жидкие объекты, наносящие удар по телу работающего; чрезмерно высокая температура материальных объектов, которые могут вызвать ожоги у работника; монотонность труда; умственное перенапряжение;

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие используемые в выпускной квалификационной работе технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно: ограждения, защитные экраны;

Подобраны конкретные, технически обоснованные средства индивидуальной защиты для работников, осуществляющих производственно-технологический процесс (хлопчатобумажные перчатки, спецодежда).

Разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара с разработкой дополнительных (альтернативных) технических средств и организационных мер по обеспечению пожарной безопасности (Табл. 3.4). Разработанные технические средства и организационные меры по обеспечению пожарной безопасности приведены в Табл. 3.5. Разработанные организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта удовлетворяют действующим (перспективным) нормативным требованиям (Табл. 3.6).

Идентифицированы негативные экологические факторы, связанные с реализацией производственно-технологического процесса (Табл. 3.7) и разработаны соответствующие организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности на заданном техническом объекте согласно действующим требованиям нормативных документов (Табл. 3.8).

Производственно-технологический процесс технологии сварки кронштейна растяжки передней подвески из стали 08 ПС соответствует требуемым нормативным документам.

4 Оценка экономической эффективности разрабатываемого проекта

4.1 Исходные данные для выполнения расчётов

В выпускной квалификационной работе предложена технология сварки кронштейна растяжки передней подвески легкового автомобиля. Базовая технология предусматривает контактную сварку и механизированную сварку в среде углекислого газа. Недостатки базовой технологии:

- Низкая производительность
- Низкое качество сварки
- Требуется высокая квалификация сварщика

Проектная технология сварки состоит из следующих этапов:

- Разметка (выполняется с помощью рулетки и маркера)
- Резка материала (Гильотина НД-3314Г)
- Штамповка деталей (Кривошино – шатунный пресс КЕ-2330)
- Сборка (Промышленный робот ABB IRB 1600, сборочное приспособление)
- Сварка (Робот для контактной сварки KUKA KR-125, робот для дуговой сварки ABB IRB 1520 D)
- Контроль качества (Штангенциркуль, молоток, зубило)

Применение роботизированного технологического комплекса позволит снизить трудоемкость сборочно – сварочной операции, улучшить качество сварки, производительность труда за счёт снижения человеческого фактора.

Для обоснования эффективности внедрения автоматизированной системы в производство необходимо провести экономические расчёты. Это позволит оценить себестоимость технологии сварки по двум рассматриваемым

мым вариантам, показатели экономической эффективности, размер капитальных вложений и срок окупаемости предложенной проектной технологии.

Таблица 4.1 – Исходные данные для расчета

Показатели	Условное обозначение	Ед. изм.	Варианты	
			Базовый	Проектный
1	2	3	4	5
Принятое значение годовой программы выпуска	Нпр	шт	150000	150000
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	Ктз	-	1,3	1,3
Часовая тарифная ставка	Сч	Руб./час	120	120
Коэффициент доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,81	1,81
Отчисления на дополнительную заработную плату	-	%	12	12
Отчисления на социальные нужды	-	%	30	30
Цена оборудования	Цоб	Руб.	1,4 млн. руб.	5млн. руб.
Норма амортизационных отчислений на оборудование	На	%	19,5	19,5
Мощность установки	Му	кВт	45	65
Коэффициент полезного действия установки	КПД	-	0,8	0,95
Норма расхода материала на одно изделие	Н _м	кг	0,8	0,8
Цена 1 кг материала	Ц _м	Руб.	37	37
Стоимость электроэнергии	Ц _{ээ}	Руб./кВ	3,25	3,25
Норма расхода проволоки на одно из-	Нпр	кг	0,009	0,009

делие				
Цена сварочной проволоки	Цпр	Руб.	136	136
Норма расхода газа	Нз.г.	л	0,045	0,045
Цена защитного газа	Цз.г.	Руб.	80	80
Площадь занимаемая оборудованием	S	М2	4	36

Продолжение таблицы 4.1

Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб./м2	4500	4500
Затраты на монтаж оборудования	-	%	-	20
Цена 1кг электродов контактной сварочной машины	Цэл	Руб./кг	450	550
Норма расхода электрода на одну точку	Н эл	кг	0,0002	0,0001
Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	2	2
Нормативный коэффициент экономической эффективности дополнительных капитальных вложений	Ен	-	0,33	0,33
Коэффициент цеховых расходов	Кцех		1,72	1,72
Коэффициент заводских расходов	Кзав		1,97	1,97

4.2 Затраты на материалы

Расчёт затрат на основной материал производится по формулам в методическом указании [25]. На основании проведенных расчётов заполняется таблица 4.2

Таблица 4.2 – Расчёт затрат на материалы

Наименование затрат	Единица измерения	Технологический процесс (затраты)	Технологический процесс (затраты)
		Базовый	Проектный

1	2	3	4
Затраты на электроды для контактной сварки	Руб.	0,54	0,33
Затраты на основной материал	Руб.	38,48	38,48

Продолжение таблицы 4.2

Затраты на вспомогательные материалы	Руб.	5,36	5,15
Затраты на материалы	Руб.	43,84	34,9

4.3 Определение нормы штучного времени для базового и проектного вариантов технологии

Определение нормы штучного времени для базового и проектного вариантов технологического процесса выполняется за счёт расчётов по формулам, указанным в методике [25]. Для результатов проведённых расчётов оформляется таблица 4.3

Таблица 4.3 - Определение нормы штучного времени

Наименование показателей	Условные обозначения	Технологический процесс (затраты)	Технологический процесс (затраты)
		Базовый	Проектный
1	2	3	4
Основное (машинное) время	t_o	0,011 ч	0,0044 ч
Штучное время сварки	$t_{шт}$	0,03146 ч	0,00611 ч

4.4 Капитальные вложения в оборудование

Для определения капитальных вложений оборудования производится расчёт по формулам, указанным в методическом пособии [25]. На основе выполненных расчётов оформляется таблица 4.4 и таблица 4.5

Таблица 4.4 – Необходимое количество оборудования

Наименование показателей	Условные обозначения	Технологический процесс (затраты)	Технологический процесс (затраты)
		Базовый	Проектный
1	2	3	4
Фонд времени работы оборудования	$\Phi_{эф}$	3624 ч	3624 ч
Количество единиц оборудования для выполнения программы	$n_{об.расчетн.}$	1,31 шт.	0,25шт.
Количество единиц оборудования для выполнения программы	$n_{об.расчетн.}$	2 шт.	1шт.
Коэффициент загрузки технологического оборудования	k_3	0,65	0,25

Таблица 4.5 – Капитальные вложения в оборудование.

Прямые капитальные вложения в оборудование	$K_{об}$	910000 руб.	1625000 руб.
Сопутствующие капитальные вложения	$K_{соп}$	-	1121500 руб.
Удельные капитальные вложения	$K_{уд}$	6,06 руб.	18,31 руб.

вложения в оборудование			
Капитальные вложения	$K_{ОБЩ}$	910000 руб.	2746500 руб.

4.5 Определение технологической себестоимости базового и проектного вариантов

4.5.1 Технологическая себестоимость сравниваемых вариантов

Определение технологической себестоимости выполняется с помощью расчётов по формулам, указанным в методическом пособии [25]. В результате проведённых расчётов заполняется таблица 4.6

Таблица 4.6 – Расчёт технологической себестоимости

Наименование показателей	Условные обозначения	Технологический процесс (затраты)	Технологический процесс (затраты)
		Базовый	Проектный
1	2	3	4
Затраты на материалы	Z_M	43,84	34,9
Затраты на электроэнергию	$Z_{э-э}$	2,01	0,98
Затраты на содержание и эксплуатацию стандартного и нестандартного оборудования	$Z_{об}$	90,9	122,52
Амортизационные отчисления на оборудование	$A_{об}$	2,36	1,64
Затраты на текущий ремонт оборудования	$P_{т.р}$	87,9	120,7

Затраты на воду техническую	$Z_{в.тех}$	0,45	0,088
Затраты на сжатый воздух	$Z_{сж.возд}$	0,22	0,09

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4
Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей	$Z_{плоч}$	0,0031	0,0055

4.5.2 Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы складывается из основной и дополнительной заработной платы.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих рассчитываются по формулам, указанным в методическом пособии [25].

В результате проведённых расчётов заполняется таблица 4.7

Таблица 4.7 – Расчёт заработной платы

Наименование показателей	Условные обозначения	Технологический процесс (затраты)	Технологический процесс (затраты)
		Базовый	Проектный
Коэффициент начислений к основной заработной плате	$k_{зпл}$	1,81	1,81
Основная заработная плата, руб.	$Z_{ПЛ}$	6,83	1,33
Дополнительная заработная плата, руб.	$Z_{ПЛ}_{дон}$	0,683	0,133

Фонд заработной платы производственных рабочих, руб.	$\Phi ЗП$	7,513	1,463
Отчисления на социальные нужды	O_{CH}	2,25	0,44

4.5.3 Расчёт полной себестоимости

Расчёты технологической, цеховой, заводской и полной себестоимости выполняются с помощью формул, указанных в методическом пособии [25]. На основании результатов проведённых расчётов представлена таблица 4.8

Таблица 4.8 - Калькуляция себестоимости

Наименование показателей	Условные обозначения	Технологический процесс (затраты)	
		Базовый	Проектный
Затраты на материалы	$ЗМ$	43,84	34,9
Фонд заработной платы	$\Phi ЗП$	7,513	1,463
Электроэнергия	$З_{э-э}$		
Отчисления на социальные нужды	O_{CH}	2,25	0,44
Затраты на оборудование	$З_{об}$	90,9	122,52
Затраты на площади	$З_{плоч}$	0,0031	0,0055
Себестоимость технологическая	Стех	146,5	160,3
Себестоимость цеховая	Сцех	158,2	162,6
Себестоимость заводская	Сзав	171,6	165,2
Полная стоимость	Сполн	180,18	173,46

4.6 Расчет экономической эффективности

Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости изготовления изделия

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left(C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр} \quad (4.1)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.1) результаты вычислений:

$$\mathcal{E}_{у.г.} = \left[80,18 - 173,46 \right] \cdot 150000 = 1008000 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект

Для определения размера годового экономического эффекта от внедрения в технологический процесс нового оборудования воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_г = \left[\left(C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left(C_{полн}^{проект} + E_n \cdot K_{уд}^{проект} \right) \right] \cdot N_{пр} \quad (4.2)$$

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

E_n – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности $E_n = 0,33$.

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.2) результаты вычислений:

$$\mathcal{E}_г = \left[\left[80,18 + 0,33 \cdot 6,06 \right] - \left[73,46 + 0,33 \cdot 18,31 \right] \right] \cdot 150000 = 401625 \text{ руб.}$$

Величину срока окупаемости дополнительных капитальных вложений определим по формуле:

$$T_{OK} = \frac{K_{ОБЩ}^{ПР}}{Пр_{ОЖ}} \quad (4.3)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.3) результаты вычислений:

$$T_{OK} = \frac{2746500}{1008000} \approx 2,73 \text{ года}$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{ср} = 1/T_{OK} = 1/1,35 = 0,37 > E_H \quad (4.4)$$

Расчет снижения трудоемкости и повышения производительности труда в проектном варианте

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штБ} - t_{штПР}}{t_{штБ}} \cdot 100\% \quad (4.5)$$

где $t_{шт}$ - штучное время в обоих сравниваемых вариантах

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.5) результаты вычислений:

$$\Delta t_{шт} = \frac{0,03146 - 0,00611}{0,037} \cdot 100\% = 80,5\%$$

Снижение трудоемкости произошло вследствие повышения скорости сварки. Величину показателя увеличения производительности труда определим по формуле:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (4.6)$$

После подстановки соответствующих значений в формулу (4.6) результаты вычислений:

$$\Delta\Pi_T = \frac{100 \cdot 80,5}{100 - 80,5} = 412,8\%$$

4.7 Заключение по экономическому разделу

Экономический раздел выпускной квалификационной работы посвящен определению основных экономических показателей, которые могут охарактеризовать внедрение предлагаемых решений в производство.

Установлено, что проектный вариант сварки после планируемого внедрения в производство даст такие эффекты, как уменьшение трудоемкости на 80,5 %, увеличение производительности труда на 412,8 %. Расчётная величина условно-годовой экономии составила 1008000 рублей.

Размер годового экономического эффекта, оценённый с учетом капитальных вложений в приобретаемое новое технологическое оборудование, составил 401625 руб. Затраты на капитальные вложения в производственное оборудование окупятся за 2,73 года

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности технологии сварки кронштейна растяжки передней подвески.

В выпускной квалификационной работе предложены технологические мероприятия по повышению производительности и качества выполнения сварных соединений. В базовом варианте предусматривается сварка на контактной сварочной машине МТ-1928 УХЛ4 и дуговая сварка в среде защитного газа на полуавтомате БАРС-257MIG(DT). В проектном варианте предложено внедрить роботизированный технологический комплекс. Применение предложенных технологических решений позволит получить увеличение производительности, снижение трудоемкости, повышение качества сварных соединений.

В работе предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасности при работе с оборудованием.

Внедрение проектной технологии сварки в производство приведет к уменьшению трудоёмкости на 80,5%, повышению производительности труда на 412,8%. Величина годового экономического эффекта, полученная с учётом затрат на капитальные вложения в оборудование, составила 401625 руб. Затраты на капитальные вложения в производственное оборудование окупятся за 2,73 года

На основании этого можно признать достижение цели выпускной квалификационной работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кронштейн растяжки для автомобилей ВАЗ 1118. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sevi.ru/produktsiya/sevi-ekspert/kronshtejn-rastyazhki-sevi-ekspert-vaz-1118> (дата обращения: 18.04.19).

2. Химическая обработка металла. Разновидность и описание методов химической обработки металлов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/himicheskaya-obrabotka-metalla/> (дата обращения: 18.04.19).

3. Марка стали и сплавы. Сталь конструкционная. Сталь марки 08 ПС. [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/08ps (дата обращения: 18.04.19).

4. Сталь 08ПС. [Электронный ресурс]. – URL: <https://prompriem.ru/stati/stal-08ps.html> (дата обращения: 18.04.19).

5. Ножницы кривошипные НД3312Г, НД3314Г, НД3316Г, НД3318Г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://tu-passport.ru/gidravlichesкое-oborudovanie/nozhnitsy-krivoshipnye-nd3312g-nd3314g-nd3316g-nd3318g.html> (дата обращения: 20.04.19).

6. Технические характеристики промышленного оборудования. Характеристики механического пресса КЕ 2330. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mashinform.ru/kpo/pressy-mehanicheskie/ke2330.shtml> (дата обращения: 23.04.19).

7. ООО «ПФ КОНТАКТНАЯ СВАРКА». Машина контактной сварки МТ-1928Л УХЛ4. Паспорт. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.specsvarka.com/uploads/0000003025.pdf> (дата обращения: 18.04.19)

8.Сварочное оборудование БАРС. БАРС Profi MIG 257 DT(380) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.barsweld.ru/catalog/profi_mig/1205/ (дата обращения: 25.04.19).

9.Смирнов, Конспект лекций по разделу «Дефекты сварных соединений и контроль качества сварки» / Сост. Смирнов. – Тольятти: ТГУ, 2002ю – С.

10.Дефекты точечной и шовной сварки [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.drevniymir.ru/dug57.html> (дата обращения: 18.04.19).

11. Виды дефектов сварных швов и методы их устранения.[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.smart2tech.ru/vidy-defektov-svarnykh-shvov-i-metody-ikh-ustraneniya> (дата обращения: 19.04.19).

12.Климов, А.С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке : учеб. пособие / А.С. Климов, Н.Е. Машнин. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 272 с.

13.Баннов, М.Д. Технология и оборудование контактной сварки : учебник для студ. Учреждений сред. проф. Образования / М.Д. Баннов. - 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2009 – 224с.

14.ABB продукция. Робототехника. Промышленные роботы. IRB 1520ID. [Электронный ресурс]. – URL: <https://new.abb.com/products/robotics/ru/Industrial-robots/irb-1520id> (дата обращения: 05.05.19).

15.Роботы для сборки. Робот – манипулятор IRB 1600. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ds-robotics.ru/katalog-tovarov/abb-irb-1600>(дата обращения: 05.05.19).

16.KUKA KR 125/3, 150/3, 200/3. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.eurobots.ru/kuka-robots-kr-125-3-150-3-200-3-p26-ru.html> (дата обращения: 05.05.19).

17. Фрезерная оснастка. Поворотные столы. Поворотный стол с ЧПУ DR-630R. [Электронный ресурс]. – URL: <https://in->

core.ru/product/osnastka/frezernaya/povorotnye-stoly/povorotnyy-stol-c-chpu-dr-630r/ (дата обращения: 06.05.19).

18.Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.- метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018.

19.5 Types of resistance welding defects to look out for in wire baskets. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.marlinwire.com/blog/resistance-welding-defects-to-look-out-for-in-wire-baskets> (дата обращения: 22.05.19).

20.Welding automation equipment. Automation in welding processes. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.k-tig.com/2017-blog/welding-automation-equipment-a-world-of-possibilities> (дата обращения: 22.05.19).

21.Weld quality assurance. [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Weld_quality_assurance(дата обращения: 20.05.19).

22.Automation systems. ABB Robotics. [Электронный ресурс]. – URL: <https://maseas.com/abb-robotics.html> (дата обращения: 20.05.19).

23.Resistance welding. Principle, types, application. Advantages and disadvantages/ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mech4study.com/2017/04/resistance-welding-principle-types-application-advantages-and-disadvantages>. (дата обращения: 22.05.19).

24.Амирджанова, И.Ю. Правила оформление выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова – Тольятти : ТГУ, 2019, - 145 с.

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

