



## Аннотация

Масштабный потенциал легких материалов, такие как Al-сплавы, выгодны для экономии. Однако широкое использование этих сплавов долго было не возможно из-за трудности в соединении, а также их высокой стоимости. Сварка алюминиевых сплавов, которые считаются сложными для сварки через обычную дуговую сварку, теперь можно легко сварить с малой потребляемой мощностью. Высокой мощности сплавление, такое как точечной сваркой.

В данной работе рассматривает метод сварки трехфазной сжатой дугой. Во многих случаях она дает возможность существенно сократить расходы, связанные с разделкой кромок, увеличить эффективность, повысить качество швов.

Результаты экспериментального исследования показаны на графике зависимость силы прижатия на силу разрыва, по ним видно что сила прижатия не сильно влияет на разрыв.

Целью данной выпускной квалификационной работы является исследование сварки трехфазной сжатой дуги, а конкретно узнать влияет ли сила прижатия плазматрона на силу разрыва.

Для достижения данной цели был разработан план проведения исследования

1. Разработать и составить сварочный пост,
2. Разработать методику проведения исследований,
3. Проведение экспериментов по исследованию влияния усилия прижатия на прочность сварной точки,
4. Разработать технологический процесс.

Объектом исследования является алюминиевый сплав АМг3.

## Annotation

The scale potential of light materials, such as Al-alloys, is beneficial for economy. However, the widespread use of these alloys for a long time was not possible due to the difficulty in combining, as well as their high cost. Welding of aluminum alloys, which are considered difficult for welding through conventional arc welding, can now be easily welded with low power consumption. High-power alloying, such as dot welding.

In this paper, we consider the method of welding with a three-phase compressed arc. In many cases, it makes it possible to significantly reduce costs associated with cutting edges, increase efficiency, improve the quality of seams.

The results of the experimental study are shown in the graph of the dependence of the pressing force on the force of the rupture, which shows that the pressing force does not greatly affect the rupture.

The purpose of this final qualifying work is to investigate the welding of a three-phase compressed arc, and specifically to find out whether the force of pressing the plasmatron affects the strength of the rupture.

To achieve this goal, a study plan was developed

1. To develop and make up a welding post,
2. Develop a methodology for conducting research,
3. Carrying out experiments to study the influence of the pressing force on the strength of a welded point,
4. Develop a technological process.

The object of research is aluminum alloy AMg3.

## Содержание

Введение.....	6
1 Сущность точечной сварки нахлесточных соединений и анализ известных способов сварки трехфазной сжатой дугой .....	8
1.1 Анализ сущности точечной сварки нахлесточных соединений.....	8
1.2 Анализ известных способов точечной сварки нахлесточных соединений трехфазной сжатой дугой.....	13
2 Разработка и монтаж сварочного поста для проведения исследований.....	19
3 Исследование возможности получения сварного точечного соединения и испытание образцов.....	26
3.1 Основные технологические операции.....	26
3.2 Испытание образцов.....	27
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	31
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	31
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	32
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	33
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	34
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	35
5 Расчет предпроизводственных капитальных и приведенных затрат на проведение исследований.....	39
5.1 Определение трудоемкости и длительности выполнения каждого этапа работ.....	41

5.2	Расчет текущих капитальных и приведенных затрат на проведение исследований.....	43
5.2.1	Расчет предпроизводственных затрат.....	43
5.2.2	Затраты на электроэнергию.....	44
5.2.3	Расчет капитальных затрат.....	46
5.2.4	Расчет общих затрат на проведение НИР.....	47
	Заключение.....	48
	Список используемой литературы.....	49

## ВВЕДЕНИЕ

В нынешнем обществе стремительными темпами формируются отрасли промышленности, где необходимо использование разных технологий, позволяющих осуществлять непростые инженерные задачи по разработке и производству изделий из разнообразных материалов. Одна из основных отраслей современной промышленности – это автомобилестроение, машиноприборостроение. В данных отраслях сейчас часто используется плазменная точечная сварка [2]. Этот вид сварки занимает главное место во множестве технологических процессах на производстве. Данный метод сварки применяют, к примеру, в вагоностроении, при сварке разных нахлесточных соединений стенок товарных вагонов. С помощью этого способа удается сваривать разнотолщинные заготовки, в этом случае достигается высокая плотность дуги, минимальная зона термического влияния (ЗТВ) и уменьшение коробления изделия. Плазменная точечная сварка в современности часто применяется и при сварке алюминиевых изделий, поскольку алюминиевые изделия из-за своих качеств зачастую используются в авиа, автомобиле и приборостроении. Точечная плазменная сварка приваривает листы к объёмным конструкциям и сваривает в малодоступных зонах, у сварных деталей высочайшее качество соединений лицевых сторон. Так же вероятна сварка угловых соединений снаружи и тавровых соединений изнутри.

Но все же, сварка таким способом вызывает множество затруднений. Это связано с тем, что получаемый диаметр ядра сварной точки имеет неустойчивые параметры.

Во время точечной плазменной сварки на отработанных режимах получается довольно мощный разброс размеров диаметра литого ядра. Что в свою очередь способно существенно отразиться на качестве изготавливаемых сварных соединений, в том числе на их прочности [1]. Предельные параметры воздействия силы, приводящей к разрушению сварной точки, при всевозможных значениях диаметра ядра сварных точек меняются, а это

способствует непостоянству крепости в изготавливаемых соединениях. Было установлено, что во время экспериментов по данной статистической выкладке не учитывали величины силы нажатия сварных деталей, таким образом, если исследовать силы нажатия точечных сварных соединений, увеличится их качество. Отсюда можно сделать вывод, что цель данного курсового проекта - увеличение качества точечных сварных соединений, выполненных с помощью плазменной трехфазной сварки, посредством исследования влияния силы нажатия нахлесточных соединений на прочностные качества соединения.

Поэтому целью работы является изучение усилия прижатия трехфазной сжатой дуги. И посмотреть график зависимости прочности сварного соединения, от силы прижатия горелки на образцы.

# 1 Сущность точечной сварки нахлесточных соединений и анализ известных способов сварки трехфазной сжатой дугой

## 1.1 Анализ сущности точечной сварки нахлесточных соединений

Физико-химическими свойствами алюминия затрудняют процесс сварки. Сварка алюминия обладает своей особенностью. Этой особенностью, является с привычными процессами аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов. В начале сварки одного шва - с присадочным материалом, а в процессе сварки - на присадочном материале. Происходит это потому, что при долгом влиянии большой температуры дуги на поверхность алюминия совершается преждевременное выгорание оксидной пленки, что мешает последующему ходу сварки [9].

Имеется несколько распространенных методов точечной сварки нахлесточных соединений.

Существует способ контактной точечной сварки. При этом способе, нагрев металла до температуры его плавления осуществляется теплом, которое образуется при прохождении большого электрического тока от одной детали к другой через место их контакта. Одновременно с пропусканием тока и некоторое время спустя после него производится сжатие деталей, в результате чего происходит взаимное проникновение и сплавление нагретых участков металла.[10]

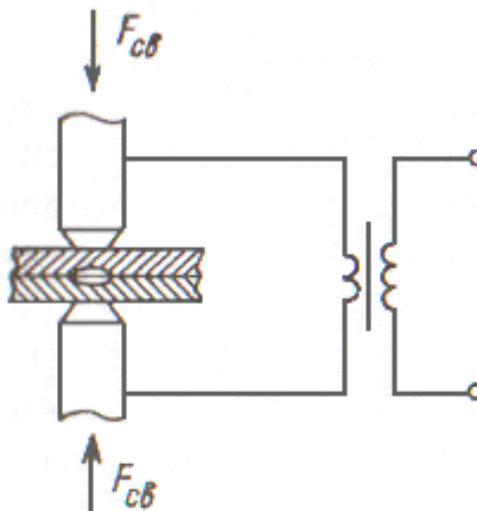


Рисунок 1.1 - Схема контактной точечной сварки



Во время воздействия сжимающей силы происходит гибкая деформация металла, а по краю ядра происходит плотный пояс, который предохраняет центр от окисления верхней пленки и от выплеска металла. Так же можно выполнять точечную сварку с односторонним подводом сварочного тока. При этом оба электрода устанавливаются с одной стороны детали. Медную подкладку устанавливают с другой стороны. Одновременно приваривают две точки или два шва. Как правило, одностороннюю сварку используют при тяжелом доступе к детали и для увеличения производительности.

Рельефная сварка - вид точечной сварки. С целью ее выполнения из одной из деталей штампуют рельефный выступ. Потом на этот рельеф кладут следующую деталь и сваривают. Таким образом, получается наиболее концентрированный нагрев в зоне контакта деталей. Во время образования сварного ядра рельеф сминается. Его можно изготавливать наподобие длинного бугорка-валика. В этом случае можно использовать рельефную роликовую сварку. Точечную сварку используют только для соединений внахлест [10].

Использование данного метода содействуют выполнению хорошего сварного соединения, и гарантирует высокую вероятность очистки. Но имеются определенные трудности при контактной точечной сварке. Это определенная сложная изготовления оборудования и трудность проверки на разрушающий контроль качества сварного соединения [12].

Из-за высоких электро- и теплопроводности алюминиевых сплавов, а также наличия прочной оксидной пленки на поверхности, их контактная точечная сварка (КТС) затруднена. Поэтому нужно изучить способ дуговой сварки электродозаклепками [13].

Суть метода раскрывается в известной статье В. И. Столбова, В. П. Сидорова «Влияние режимов при сжатой дуге сварки алюминия электродозаклепками» [13]. Там сообщается о том, что аргоновой сжатой трехфазной дугой возможно изготовить качественные электродозаклепки при соединении алюминиевых листов. К превосходствам сжатой трехфазной дуги относится ее высокая проплавливающая способность при обеспечении

интенсивного разрушения оксидной пленки и стойкого повторного зажигания дуги.

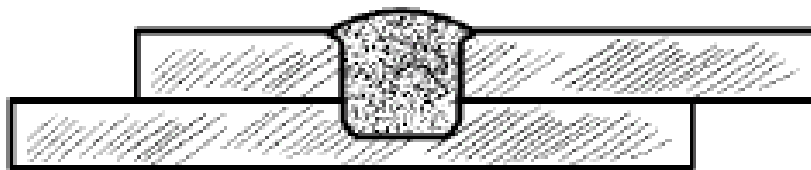


Рисунок 1.2 – Сварная электрозаклепка

Главным признаком качества электрозаклепки считается ее прочность, которая зависит от диаметра соединения в плоскости между листами. Минусы метода – это невозможность наблюдения за формированием шва, потребность в механической обработке при сварке больших толщин [13].

Сейчас широко применяется точечная односторонняя дуговая сварка в среде инертных газов вольфрамовым электродом. Она используется для соединения нержавеющей, жаропрочных и малоуглеродистых сталей. Для сварки этим методом используют переносные ручные пистолеты и механизированные одно- и многоточечные установки. В сравнении со сваркой контактным ручным пистолетом, аргонодуговая точечная сварка переносным пистолетом имеет ряд преимуществ. Ей не требуются приложения усилия для того, чтобы создать необходимый контакт между свариваемыми деталями и электродом [14].

Существует так же такой метод точечной сварки нахлесточных соединений. При этом способе в верхней детали делают отверстие, а сварное соединение формируют заплавлением этого отверстия. От остальных способов он отличается тем, что, с целью увеличения качества сварных соединений при выполнении их неплавящимся электродом путем обеспечения стабильности размеров сварной точки без пор и трещин, перед сваркой в отверстие помещают заглушку в виде усеченного конуса, большее основание которого располагают на нижней детали [15].

Несмотря на вышесказанное, аргонодуговая точечная сварка имеет и ряд минусов, которые не позволяют использование этого метода при изготовлении ответственных конструкций. К недостаткам относятся: недостаточная стабильность прочности сварных точек; большие деформации изделия при сварке малым шагом, вызванные тем, что диаметр зоны оплавления верхней детали значительно больше, чем диаметр сварной точки; ограниченность (до 2 мм) толщины верхней свариваемой детали, потому что нагрев нижней детали происходит за счет тепла, которое передается верхней деталью. Это приводит к росту диаметра сварной точки в верхней детали. Особенно это проявляется при наличии зазора между свариваемыми деталями и малом теплоотводе от верхней детали в опорное сопло [9].

Под руководством Сидорова В.П. написана статья «Точечная плазменная сварка алюминиевых сплавов». В ней происходили исследования формирования точечного соединения при сварке алюминиевых сплавов сжатой дугой вольфрамовым электродом переменным током в аргоне. Была разработана методика точечной плазменной сварки алюминиевых сплавов. С помощью проведенных металлографических анализов и механических испытаний сварных образцов были выявлены отличные прочностные свойства и отсутствие дефектов в сварных точечных соединениях [26].

Более перспективно и экономически верно для односторонней точечной дуговой сварки стали с алюминием использование способа сварки сжатой дугой. Это объясняется целым рядом преимуществ по сравнению со свободно горящей дугой, а именно большей проплавающей способностью (сварка производится более концентрированным источником тепла и с более высоким давлением дуги на сварочную ванну); высокой стабильностью возбуждения дуги, так как вспомогательная дуга увеличивает термоионную эмиссию вольфрама [18].

Сварку сжатой дугой называют плазменной. Сжатая дуга представляет собой столб дуги, помещенный в узкий канал, который ограничивает его расширение.

Качественное формирование при плазменной сварке металлов сжатой проникающей дугой (особенно металлов толщиной более 4 мм) обеспечивается при минимальном объеме сварочной ванны. Для этого используют плазмотрон с минимальным диаметром канала сопла. Однако применение такого плазмотрона ограничивается возникновением аварийного режима горения сжатой дуги - двойной дуги (при определенной силе тока для заданного диаметра сопла) [18]. Для увеличения допустимой силы тока применяют дополнительное обжатие столба дуги, которое позволяет уменьшить его диаметр и сконцентрировать тепловую энергию на изделии.

Увеличение и эффективное использование электрической и тепловой энергий сжатой сварочной дуги, а также стабильная работа плазмотрона в процессе сварки выполняются при рациональном сочетании размеров сопла (диаметра, длины и формы), параметров режима сварки (силы тока, расхода плазмообразующего газа, углубления электрода в канал сопла, расстояния от среза сопла до изделия и др.) с параметрами сжатой дуги (напряженностью поля, диаметром дуги и др.) [12].

В своей работе В. И. Столбов, В. П. Сидоров «Оборудование для плазменной точечной сварки тонколистовых алюминиевых сплавов» рассматривали плазменную точечную сварку, в которой была появилась мысль автоматического регулирования при сварке. Изучена технология и оборудование для плазменной точечной сварке тонколистовых алюминиевых сплавов сжатой трехфазной дугой с внедрением в качестве плазмообразующего газа аргона. Это обусловлено рядом преимуществ трехфазной дуги перед другими источниками теплоты. Регулирование процесса сварки большим числом параметров позволяет активно влиять на поведение расплавленного металла сварной точки [19].

Совместная модуляция сварочного тока и расхода плазмообразующего газа не только сокращает по времени сварочный цикл, но и предотвращает образование кратера в центре точки. Диаметр сварной точки при ПТС можно изменять в широких пределах, что позволяет получать равнопрочные швы с различным шагом точек. При этом производительность ПТС близка к

производительности КТС. Наличие независимой дуги между неплавящимися электродами плазмотрона обуславливает легкость возбуждения рабочих дуг и высокую их устойчивость без каких-либо дополнительных устройств. Кроме того, исключается химическое травление и зачистка соединяемых поверхностей. Повышенное силовое воздействие сжатой трехфазной дуги на сварочную ванну способствует выведению оксидных плен на поверхность сварной точки и их разрушению [20].

Установка типа УДГТ состоит из источника питания сжатой трехфазной дуги, включающего в себя блок управления циклом сварки; сварочных клещей с ручным или пневматическим приводом либо сварочного пистолета с установленным на них двухэлектродным трехфазным плазмотроном специальной конструкции. В ее состав входят также баллон с аргоном и газовый редуктор с ротаметром. Для управления расходом плазмообразующего газа установка имеет газовые клапаны и игольчатые вентили. Она обеспечивает четыре режима работы: возбуждение независимой дуги, режим ожидания, цикл сварки точки и выключение независимой дуги. Автоматическое возбуждение независимой дуги осуществляется при помощи осциллятора, расположенного в источнике питания. Время включения осциллятора ограничено. Расход аргона при возбуждении независимой дуги и в режиме ожидания минимален [12].

Цикл сварки точки обеспечивается путем управления током сварки, расходом газа и усилием сжатия деталей.

## 1.2 Анализ известных способов точечной сварки нахлесточных соединений трехфазной сжатой дугой

Для сварки трехфазной дугой неплавящимися вольфрамовыми электродами в трехфазной системе питания используются два электрода, 1 и 2 в две фазы источника питания, и деталь в третью фазу (рис. 1.1). Таким образом, горят три дуги: две дуги между электродами и деталью, и третья дуга между электродами (дежурная дуга). Проведенные исследования выявили, что третья, дежурная дуга горит или по воздушному промежутку между электродами, или

же отдувается и горит, касаясь детали. Она же является по отношению к детали независимой дугой.

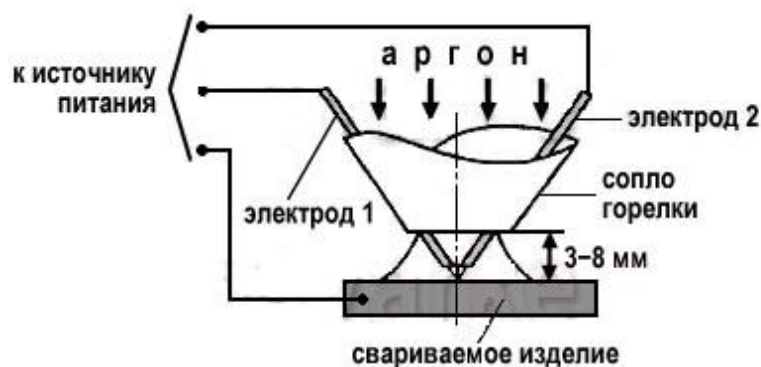


Рисунок 1.3 - Схема сварки трехфазной дугой неплавящимися вольфрамовыми электродами в среде защитного аргона

При использовании плазмообразующего газа дежурная дуга формирует струю плазмы небольшой мощности. Когда она соприкасается с деталью, зажигается главная дуга. Так же главную дугу можно зажигать в нужный момент времени, это достигается путем включения в цепь детали. После того как зажжется главная дуга, дежурная дуга при автоматической сварке может отключаться. При трехфазной сварке сжатой дугой, удобнее, чтобы косвенная дуга горела постоянно, в случае, когда сам процесс сварки производится в ручном режиме.

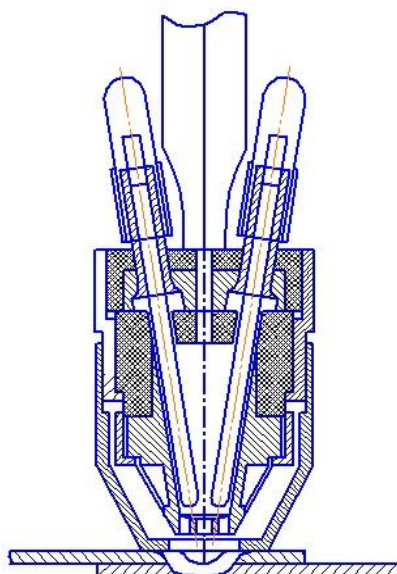


Рисунок 1.4 - Плазмотрон для сварки сжатой трехфазной дугой

Когда в дугу попадает плазмообразующий газ и просачивается в ее столб вдоль канала, греется. При данной плотности газа миниатюризируется, а его размер возрастает. Из-за этого очень быстро растет скорость газа по мере его хода вдоль канала. Она доходит до максимума на выходе из сопла. Сталкиваясь со свариваемой поверхностью, подогретый в дуге газ нагревает и оплавляет ее. Расплавленный металл под давлением газа вытесняет его. Таким образом, термическая мощность выше, чем у свободной дуги приблизительно в 2 раза. Далее потока плазмы, который передается от дуги к изделию, можно поменять, изменяя затраты на газ и каналы сопла. Это главные технологические качества сжатой дуги, которое дает возможность регулировать форму и габариты сварочной ванны. При маленькой мощности достигается плотность термической струи. Таким образом, получаются узенькие швы с маленькой шириной зоны теплового воздействия, и возрастает скорость сварки. К важным характеристикам сопла относятся, высота его от канала. В зависимости от рабочего тока, выбирают конкретную высоту сопла, и затрату плазмообразующего газа. Так же нужно чтоб технологические способности и надежность работы плазмотрона, стойкость сопла и электрода были совокупные друг с другом. Самый значительный показатель надежности.

Действительный КПД сжатой дуги возможно менять в границах 30...80 %. Это случается потому что, плазмообразующий газ передает часть нужной мощности, а нагрев газа происходит от зависимости всех характеристик режима.

Чаще всего при сварке пользуются аргоном. Он владеет хорошими защитными качествами и помогает стойкости электрода. А вот теплопроводимость у аргона плохая.

Напряжение источника тока позволяет уменьшить постоянное горение трехфазной дуги, что приводит к увеличению  $\cos\varphi$ .

Сварка трехфазной дугой обеспечивает экономию электроэнергии от 5 до 40% [13]. Использование сварки при пониженном напряжении во внешней сети дает возможность устойчивости и непрерывности горения дуги.

Использование в процессе сварки трех дуг формирует большой баланс тепла, таким образом электроды и изделие быстро нагреваются и плавятся. Продуктивность сварки при этом увеличивается в 2-3 раза, расход электроэнергии уменьшается на 25-40 % и повышается коэффициент использования электроэнергии до 0,65 %.

К отрицательным свойствам сварки трехфазной дугой относят сложность выполнения сварных швов, которые расположены на вертикальной плоскости или находятся в потолочном положении.

Трехфазную точечную плазменную сварку следует применять в данной работе для сварки нахлесточных соединений. В качестве плазмообразующего газа как правило используют аргон. Также он применяется в качестве защитного газа, в случаях когда свариваемый металл находится в нагретом состоянии после сварки. Это нужно для того, чтобы избежать окисления свариваемого металла [3,4].

Сварная точка при плазменной точечной сварке, формируется в четыре этапа: 1 этап – начало процесса, 2 этап – выдавливание металла сварочной ванны, 3 – образование отверстия в верхней и начало оплавления нижней детали, 4 – сформировавшаяся сварная точка.

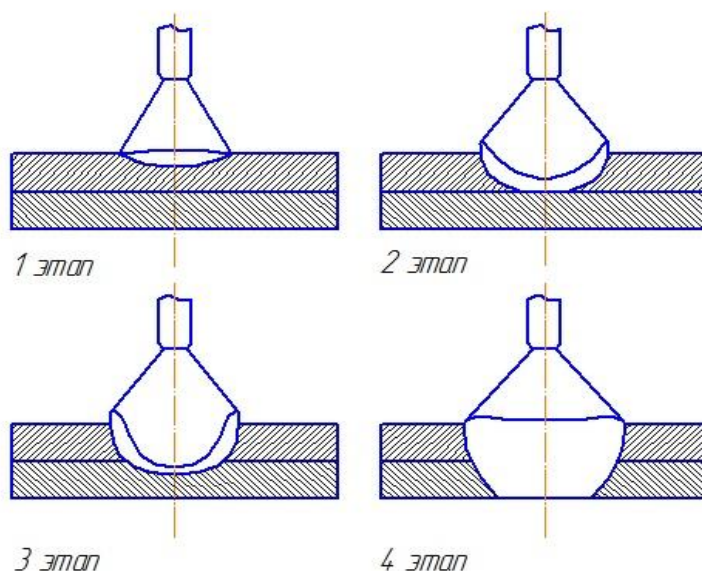


Рисунок 1.5 - Этапы формирования сварной точки при плазменной точечной сварке.



С помощью использования специального оборудования пятно нагрева при сварке сжатой дугой может образоваться различной формы. Если нужно иметь пятно вытянутой формы, то в сопле делают несколько дополнительных отверстий. Через эти отверстия проходит холодный плазмообразующий газ. Он уменьшает поперечный размер пятна нагрева и придает ему вытянутую форму [12].

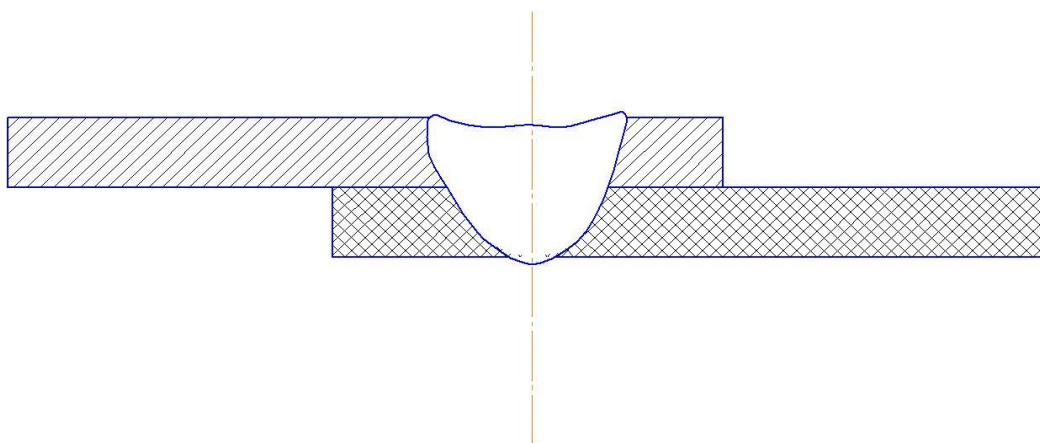


Рисунок 1.6 – Чертеж сварной точки

Сжатой дугой сваривают детали толщиной от 0,01 до 16 мм, отношение глубины проплавления к ширине шва составляет от 1:3 до 3:1 при толщине свариваемых кромок от 3 до 12 мм [12]. Вследствие ряда достоинств, сжатая дуга привлекает наибольший интерес производителей. В наше время изучаются многочисленные характеристики сжатой дуги, например температура, которая является одним из важнейших параметров [21]. С данной помощью можно осуществлять сварку с разной глубиной проплавлением, и также образуя сквозное отверстие, по форме похожее замочную скважину. Сварная дуга при этом погружается на всю толщину детали в ванну [20].

При точечной сварке применяют, напряжение дуги 25...35 В, сварочный ток силой 300...400 А, а скорость сварки составляет 15...50 м/ч. Расход аргона в 1,5...6 раз меньше, чем при сварке свободной дугой. На больших токах сварка применяется для алюминиевых сплавов и других материалов. В других случаях она дает возможность существенно сократить расходы, связанные с разделкой кромок, увеличить эффективность, повысить качество швов. Данный вид

сварки требует высокой требования для изготовления, тщательного обеспечения условий охлаждения плазмотронов и правил их эксплуатации, соблюдать технологии сборки и заготовки. Если будут отклонения даже не большие могут привести к разрушения сопла[22].

Для плазменной дуги характерна очень высокая температура (до 15000 °С) и широкий спектр регулирования ее технологических свойств [13]. Плазменная сварка имеет высокую проплавляющую способность, и имеет преимущество по сравнению с аргонодуговой сварки.

большую производительность;  
маленькую зону термического влияния;  
маленький расход защитных газов;  
высокая стабильная горения дуги;  
имеет наименьшую чувствительность качества шва от изменения длины дуги.

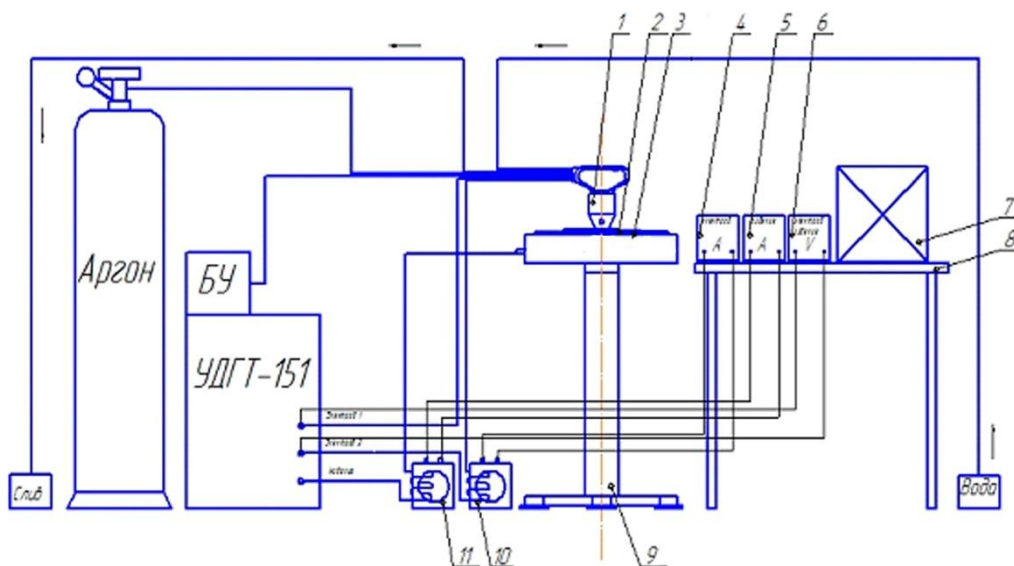
Таким образом, можно сделать вывод, что при выполнении исследования, необходимо выбрать трехфазную плазменную точечную сварку на переменном токе, так как в периоды обратной полярности за счет действия эффекта катодного распыления разрушается тугоплавкая пленка окиси алюминия, препятствующая нормальному процессу сплавления металла.

В результате проведенного анализа возможных способов точечной сварки в данной работе выбрана сварка трехфазной сжатой дугой. Поэтому для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать и составить сварочный пост,
2. Разработать методику проведения исследований,
3. Проведение экспериментов по исследованию влияния усилия прижатия на прочность сварной точки,
4. Разработать технологический процесс.

## 2 Разработка и монтаж сварочного поста для проведения исследований

С целью выполнения опыта, необходимого для определения оптимального режима сварки трехфазной дугой образцов АМГЗ были проведены эксперименты на сварочном стенде. Данный стенд можно увидеть на рисунке 2.1.



- 1 - плазмотрон ППС; 2 – свариваемые образцы; 3 – плита для теплоотвода;  
4 – амперметр 1; 5– амперметр 2; 6 - вольтметр; 7 – ящик для образцов;  
8– стол рабочий; 9– стол сварочный; 10– трансформатор тока 1;  
11 – трансформатор тока 2; БУ – блок управления.

Рисунок 2.1 – Стенд для исследования

Исследования велись в лаборатории источники питания, которая располагается в Е корпусе на кафедре «Оборудование и технология сварочного производства и пайки», в «Тольяттинском государственном университете». С целью выполнения исследований был использован трехфазный источник питания УДГТ-151, созданный на кафедре ОТСПиП ТГУ, и специально созданный стенд (рис. 2.1).

С целью выполнения работ, в качестве источника питания был выбран УДГТ-151 (рис. 2.3). Во время подготовки исследований был изготовлен выносной блок управления для удобства выставления значений тока сварки и времени сварки (рис. 2.2). На блоке управления имеются 2 резистора: 1 - переменный резистор (регулятор) R1 – R10 для установки времени работы рабочей дуги при сварке. Он имеет жесткую регулировку с 11-ю позициями, минимальное время 0,5 сек, максимальное время – 14 сек; 2-ой резистор имеет плавную регулировку, и предназначен для выставления тока сварки, и имеет 10 позиций. На блоке имеются кнопки «пуск», «сеть» и «стоп». Если нажать на кнопку «сеть» происходит включение источника питания, загорается сигнальная лампа, размещенная выше кнопки. В данном состоянии возможно осуществлять зажигание дежурной дуги, т.к. на клеммы электрод-электрод в этом случае подается напряжение.

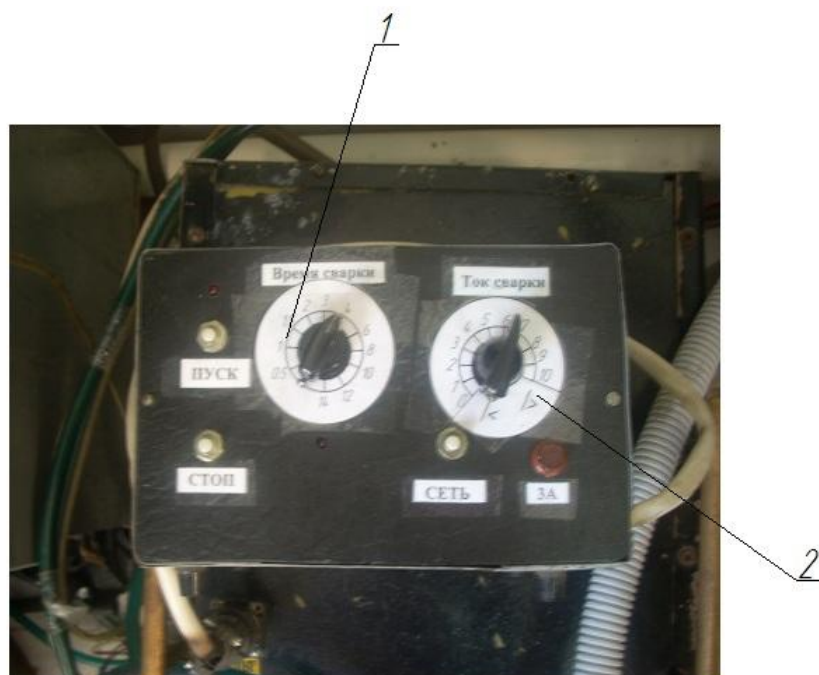


Рисунок 2.2 – Блок управления

При нажатии на кнопку «пуск» при зажженной дежурной дуге происходит включение рабочей дуги. Это совершается только при условии, что дуговой промежуток позволяет это сделать. Дуговой промежуток - расстояние от изделия до плазмотрона. В данном положении происходит

подача напряжения на третью фазу «изделие», и происходит процесс сварки в течение заданного времени на заданном сварочном токе.

С целью удобства выполнения эксперимента на рукоятке плазмотрона находится кнопка, которая позволяет включать рабочую дугу. При этом не нужно прибегать к нажатию кнопки на самом блоке управления. Это позволяет существенно упростить работу.



Рисунок 2.3 – Источник питания трехфазной дуги УДГТ-151

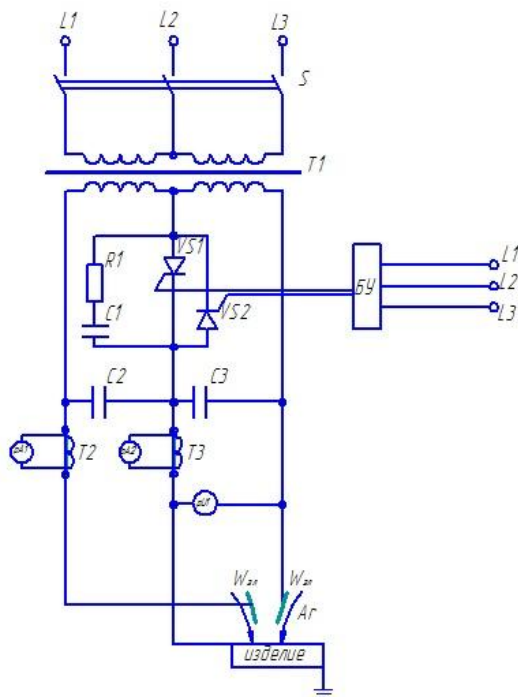


Рисунок 2.4 – Силовая схема источника питания УДГТ-151

С помощью плазмотрона ПТС выполняется процесс сварки (рис.2.5).



Рисунок 2.5 – Плазмотрон ПТС

Два токоподвода, с двумя фазами подходят к плазмотрону. Токоподводы представляют собой две пластиковые трубки, внутри них проложен кабель, он присоединяется клеммами источника питания.

Пластиковые трубки используются для подвода воды от крана до плазмотрона и дальнейшего слива воды в сливной колодец. Вода, протекающая в трубках нужна для того, чтобы охлаждать плазмотрон в процессе сварки. Контур циркуляции воды незамкнут.

Аргон применяется в качестве плазмообразующего и защитного газа. По своим свойствам он оптимален при сварке алюминиевых сплавов. Баллон с аргоном подключен к плазмотрону через редуктор, который расположен на самом баллоне.

С целью замера тока сварки и напряжения, в цепь подключены амперметр 1 и 2 (АСТ №11665, АСТ №12019, ГОСТ 1845-52 на 5А), и вольтметр (АСТВ №98503). Амперметры рА1 и рА2 (рис. 2.6) подсоединены к клеммам источника питания через трансформаторы тока УТТ-6М1, и УТТ-5 (вторичный ток до 5А). Это связано с тем, что токи в цепи слишком большие. Приборы и двухсекционный ящик для складирования образцов располагаются на рабочем столе (рис. 2.7).



Рисунок 2.6 – Приборы измерительные



Рисунок 2.7 – Пост сварочный

Для того чтоб исследование прошло по запланированному плану необходимо знать ориентировочную силу прижатия плазматрона на изделие, а следовательно и силу сжатия образцов. Для этого использовались весы напольные, стальная пластина на которой прикреплена масса средней фазы. На столе установлены весы, на которых лежит изоляционная текстолитовая пластина толщиной 10 мм. На неё уложена стальная плита толщиной 5 мм, которая защищает весы от нагревания. После укладки весы всех элементов, произведена настройка весов на нулевое значение (рис.2.8).





Рисунок 2.8 – Способ размещения весов

В ходе выбора режима сварки совершается установка величины расхода плазмообразующего газа, величина тока сварки и время сварки. По шкале показаний ротаметра устанавливался и определялся расход аргона в минуту. Величина тока и время сварки задавалась регуляторами, расположенными на лицевой панели блока управления (рис. 2.2).

### 3. Исследование возможности получения сварного точечного соединения и испытание образцов

#### 3.1 Основные технологические операции

Берем алюминиевый лист из сплава АМг-3 с помощью линейки и штангенциркуля делаем разметку  $140 \times 40 \times 2$ . Должно быть точно, можно допустить погрешность в  $\pm 0,5$  миллиметра.

Лист из алюминия укладывается на слесарный стол с ножницами GROSS "PIRANHA" 78329 по металлу с максимальной силой резки 20 килограмм, начинается резка по подготовленным чертежам размерами  $140 \times 40 \times 2$ . На образцах проверим на точность линейкой, возможные отклонения не более 1 миллиметра. После этого проводился осмотр образцов, не осталось ли больших заусенцев на краях, если есть то напильником аккуратно срезать.

Далее образец хорошо обезжирить при помощи ветоши и ацетона. И посмотреть, чтоб не осталось не каких загрязнений.

Потом берем две заготовки из алюминия и укладываем друг на друга с краю по 40 миллиметров. Отклонение не допустимо больше  $\pm 5$  градусов.

После очистки, берем две заготовки и укладываем их на стальную пластину, которая находится на весах, при помощи которых измеряется сила прижатия пластин. Затем устанавливался таймер на 9 секунд. Подается вода, для охлаждения сварочной горелки, и подается аргон позволяющий защитить зону сварки от воздействия активных газов, находящихся в атмосфере. Сначала зажигается косвенная дуга при помощи угля в карандаше, затем прижимается горелкой к изделию с усилием нуль килограмм и зажигаются две зависимые дуги, после срабатывания таймера основные две дуги между изделием и горелкой прекращают гореть. И после выдержки для остывания сваренных образцов плазматрон снимается с образцов. Образец Ф-1. Аналогичным образом проводилась сварка образцов из нахлесточных соединений при различной величине прижатия, равной 10; 20; 30; 40 килограмм. Образцы с

номераи Ф2...Ф5. Затем опыты повторились для достоверности полученных данных еще раз. Образцы с номерами Ф6...Ф10.

При помощи перчаток и глаз проверяем, что сварное соединение крепкое.

Испытание проводится при помощи разрывной машины УММ-5 на растяжение, и фиксируем усилие разрыва. После построения графиков узнаем, зависит ли прочность сварного соединения от силы прижатия.

### 3.2 Испытание образцов

Были проведены исследование процесса получения сварного точечного соединения для разной силы прижатия. Исследование для силы прижатия равное нулю килограмм (рис.3.1) показало очень плохое соединение, и сварное соединение получилось не сквозное, конструкция очень ветхая и разламывалась в руках.



Рисунок 3.1 – Образцы при усиллии 0 килограмм

Следующие образцы Ф-2 и Ф-7 (рис.3.2) были прижаты при сварке с силой 10 килограмм. Сварное соединение получилось сквозное, и здесь величина разрыва оказалась равной 20 и 25 килограммам.



Рисунок 3.2 - Образцы при усилии 10 килограмм

Образцы Ф-3 и Ф-8 (рис.3.3) прижимали при сварке с силой 20 килограмм. Сварное соединение тоже получилось сквозное, но для разрыва образцов понадобилось 397 и 36 килограмм соответственно.



Рисунок 3.3 - Образцы при усилии 20 килограмм

Образцы Ф-4 и Ф-9 прижимались с силой 30 килограмм. Сварное соединение получилось сквозное (рис.3.4), и для разрыва пришлось приложить силу 65 и 256 килограмм соответственно.



Рисунок 3.4 - Образцы при усилии 30 килограмм

Образцы Ф-5 и Ф-10 прижимались с силой 40 килограмм. Сварное соединение получилось сквозное, и для разрыва понадобилась сила 25 и 130 килограмм соответственно.





Рисунок 3.5 -Образцы при усилии 40 килограмм

По полученным значениям построена зависимость усилия разрыва от величины силы сжатия сварных образцов (рис. 3.6).

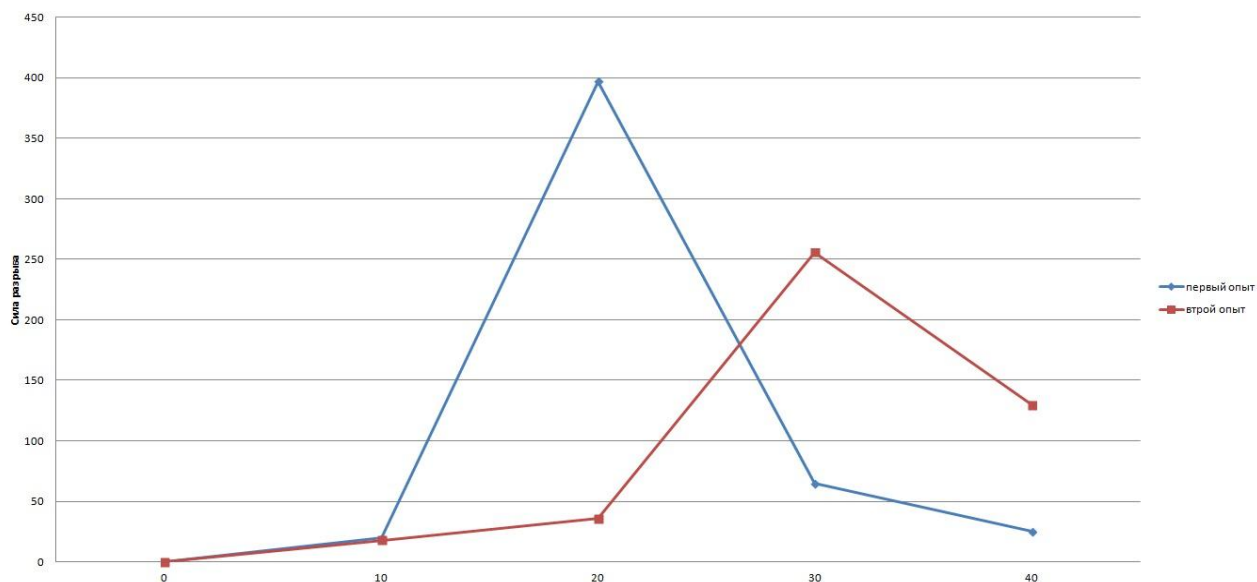


Рисунок 3.6 - Зависимость силы разрыва от силы прижатия

Поэтому графику видно, что сила прижатия от силы разрыва не очень сильно зависит. По результатам двух проведенных опытов видно, что лучше всего прижимать со средней силой от 20 до 40 кг, когда получается максимальная сила разрыва.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Таблица 4.1 – Технологический паспорт сварки трехфазной дугой

№ п/п	Технологический процесс сварки трехфазной сжатой дуги	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1		разметка	разметчик	линейка, штангенциркуль, чертилка	маркер, карандаш
2		резка	слесарь	ножницы по металлу GROSS "PIRANHA"	перчатки
3		обезжиривание	слесарь	руки	ацетон ветошь
4		сборка	слесарь	руки	перчатки
5		сварка	электросварщик	источник питания УДГТ-151 газ аргон водяное охлаждение	АМг-3
6		контроль	слесарь	руки, глаза	АМг-3
7		испытание	слесарь	машина разрывная УММ-5	Защитные очки, спецодежда

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственная и/или эксплуатационная операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	резка	поражение глаз и конечностей	ножницы по металлу GROSS "PIRANHA" 78329
2	обезжиривание	заусенцы, поражение глаз, вредный пар	руки
3	сварка	поражение электрическим током, яркое световое излучение, высокая температура, вредный газ	источник питания УДГТ-151 газ аргон
4	испытание	повышенная опасность глаз и тела	машина разрывная УММ-5



### 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повреждение глаз и конечностей	использовать защитный кожух	защитные очки, перчатки
2	заусенцы, поражение глаз, вредный пар	использовать защитный кожух	защитные очки, респиратор, перчатки
3	поражение электрическим током, яркое световое излучение, высокая температура, вредный газ	исправный плазматрон, исправленная подача газа и воды	маска сварщика, брезентовые рукавицы, спецодежда
4	повышенная опасность глаз и тела	использовать защитный кожух	спецодежда, защищающие очки

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
2	Сварочный участок	источник питания УДГТ-151 газ аргон	Е	возгарание	Замыкание высокого электрического напряжения

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства	Стационарные установки системы	Средства пожарной	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной	Пожарный инструмент (механизирован)	Пожарные Сигнализаация, связь
Огнетушитель	пожарные автомобили	Воздушно-пенная установка	Известчатые пожарные	ОП-5	средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения	комплект универсального инструмента	телефон

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов, реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Исследование сварки трехфазной сжатой дуги	надзор во время работы	определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня
	работа в электроустановках производится по распоряжению, в порядке текущей эксплуатации	определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно - техническому минимуму

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологическ ого процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающу ю среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжен ия)	Воздействие техническог о объекта на литосферу (почву, растительн ый покров, недра) (образовани е отходов, нарушение и загрязнение растительно го покрова и т.д.)
Исследование сварки трехфазной сжатой дуги	очистка		очищающее средство	Окислы на поверхност и изделия
	сварка	газы, выделяющие ся при сварке		

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

Наименование технического объекта	Исследования сварки трехфазной сжатой дугой
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование принудительной вытяжной вентиляции с фильтрами, Установить гигиенический норматив качества атмосферного воздуха - критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование очистных сливов, сооружений очистки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Специальный контейнер для хранения и дальнейшая утилизация шлака, в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды. Составление паспорта отходов - документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе

## Заключение по разделу

В этом разделе разобрали операции составили технологический паспорт, выявили профессиональные риски. Исследовали опасные и вредные факторы, и разработали организационные методы и технические средства защиты и средства индивидуальной защиты работника. Обеспечили пожарной и техногенной безопасности технического объекта. Организовали мероприятия по обеспечению пожарной и экологической безопасности. И разработали негативное антропогенное воздействия технического объекта на окружающую среду.

## 5 Расчет предпроизводственных капитальных и приведенных затрат на проведение исследований

В этом разделе ВКР, производится организационно-экономическое обоснование данной научно-исследовательской работы, заключается в следующем:

Определение трудоемкости и длительности проводимых работ.

Составление плана для выполнения НИР на протяжении всего процесса исследования.

Расчет предпроизводственных (текущих), капитальных и приведенных (полных) затрат, необходимых для проведения данной работы.

Рассчитываем экономической эффективности внедрения НИР.

Работы, осуществляемые в процессе исследования, разбиваются на определенные стадии и этапы и сводятся в таблицу [6].

Таблица 5.1 – Наименование стадий и содержание этапов НИР

№ стади и	Наименование стадии НИР	№ этапа	Содержание этапов работы
1.	Ознакомление с существующими методами трехфазной сжатой дуги	1.1 1.2. 1.3 1.4	Составление плана НИР. Расчет плановой сметы предпроизводственных затрат. Обзор информации по исследованиям прочности и качества сварных соединений. Анализ работы, связанной с трехфазной сжатой дугой.
2.	Подготовка к проведению экспериментов	2.1 2.2 2.3 2.4 2.5	Разработка конструкции сварочного поста Монтаж сварочного поста. Монтаж измерительной аппаратуры. Опробование работы Составление программы исследований.
3.	Проведение экспериментов и их анализ	3.1 3.2 3.3	Сравнительные испытания образцов. Построение графиков результатов проведенных исследований. Анализ графиков и формулировка выводов и рекомендаций.
4.	Оформление полученных результатов НИР	4.1 4.2 4.3	Оформление и согласование отчетов. Расчет фактически произведенных предпроизводственных (текущих) затрат. Определение непроизводительных затрат (резервов времени).



№ этапа	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
T <sub>min</sub>	4	2	6	2	2	5	2	3	1	4	10	5	2	1	4
T <sub>max</sub>	2	1	6	2	3	3	2	2	1	8	5	4	2	1	3

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Этапы проводимой работы имели следующую продолжительность  
Таблица 5.2 – Этапы проводимой работы

### 5.1 Определение трудоемкости и длительности выполнения каждого этапа работ

Научно-исследовательская работа проводилась на кафедре «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы»

По эмпирической формуле произведем расчет ожидаемой трудоемкости каждого этапа работы. (дни):

$$T_{\text{ож}} = \frac{3T_{\text{min}} + 2T_{\text{max}}}{5} \text{ (дн.)}$$

$$T_{\text{ож}1.1.} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 2}{5} = 2 \quad T_{\text{ож}1.2.} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 1}{5} = 1 \quad T_{\text{ож}1.3.} = \frac{3 \cdot 6 + 2 \cdot 6}{5} = 4$$

$$T_{\text{ож}1.4.} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 2}{5} = 1 \quad T_{\text{ож}2.1.} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2 \quad T_{\text{ож}2.2.} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 3}{5} = 4$$

$$T_{\text{ож}2.3.} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 2}{5} = 2 \quad T_{\text{ож}2.4.} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 2}{5} = 3 \quad T_{\text{ож}2.5.} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 1}{5} = 1$$

$$T_{\text{ож}3.1.} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 8}{5} = 4 \quad T_{\text{ож}3.2.} = \frac{3 \cdot 10 + 2 \cdot 5}{5} = 8 \quad T_{\text{ож}3.3.} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 4}{5} = 5$$

$$T_{\text{ож}4.1.} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 2}{5} = 2 \quad T_{\text{ож}4.2.} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 1}{5} = 1 \quad T_{\text{ож}4.3.} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 3}{5} = 4$$

Определяется длительность каждого этапа работ по формуле:

$$T_{\text{эт}} = \frac{T_{\text{ож}}}{\text{ч}} \text{ (дн.)},$$

В проведении НИР работы участвуют 2 чел. Это руководитель работы и исполнитель:

$$T_{\text{эт}1.1.} = \frac{4}{2} = 2 \quad T_{\text{эт}1.2.} = \frac{2}{2} = 1 \quad T_{\text{эт}1.3.} = \frac{8}{2} = 4 \quad T_{\text{эт}1.4.} = \frac{2}{2} = 1 \quad T_{\text{эт}2.1.} = \frac{2}{2} = 1$$

$$T_{\text{эт}2.2.} = \frac{4}{2} = 2 \quad T_{\text{эт}2.3.} = \frac{2}{2} = 1 \quad T_{\text{эт}2.4.} = \frac{3}{2} = 2 \quad T_{\text{эт}2.5.} = \frac{1}{2} = 1 \quad T_{\text{эт}3.1.} = \frac{4}{2} = 2$$

$$T_{\text{эт}3.2.} = \frac{8}{2} = 4 \quad T_{\text{эт}3.3.} = \frac{10}{2} = 5 \quad T_{\text{эт}4.1.} = \frac{2}{2} = 1 \quad T_{\text{эт}4.2.} = \frac{1}{2} = 1 \quad T_{\text{эт}4.3.} = \frac{4}{2} = 2$$

Суммарная длительность НИР:  $T_{\text{нир}} = \sum T_{\text{эт}}$

$$T_{\text{нир}} = 2+1+4+1+1+2+1+2+1+2+4+5+1+1+2 = 30 \text{ дней}$$

Каждого этапа рассчитываем по формуле:

$$U_{\text{д.эт.}} = \frac{T_{\text{эт}}}{T_{\text{нир}}} \cdot 100\%$$

$$U_{\text{д.эт.}1.1.} = \frac{2}{30} \cdot 100\% = 6.7 \quad U_{\text{д.эт.}1.2.} = \frac{1}{30} \cdot 100\% = 3.4 \quad U_{\text{д.эт.}1.3.} = \frac{4}{30} \cdot 100\% = 13.3$$

$$U_{\text{д.эт.}1.4.} = \frac{1}{30} \cdot 100\% = 3.4 \quad U_{\text{д.эт.}2.1.} = \frac{1}{30} \cdot 100\% = 3.4 \quad U_{\text{д.эт.}2.2.} = \frac{2}{30} \cdot 100\% = 6.7$$

$$U_{\text{д.эт.}2.3.} = \frac{1}{30} \cdot 100\% = 3.4 \quad U_{\text{д.эт.}2.4.} = \frac{2}{30} \cdot 100\% = 6.7 \quad U_{\text{д.эт.}2.5.} = \frac{1}{30} \cdot 100\% = 3.4$$

$$U_{\text{д.эт.}3.1.} = \frac{2}{30} \cdot 100\% = 6.7 \quad U_{\text{д.эт.}3.2.} = \frac{4}{30} \cdot 100\% = 13.3 \quad U_{\text{д.эт.}3.3.} = \frac{5}{30} \cdot 100\% = 16.7$$

$$U_{\text{д.эт.}4.1.} = \frac{1}{30} \cdot 100\% = 3.4 \quad U_{\text{д.эт.}4.2.} = \frac{1}{30} \cdot 100\% = 3.4 \quad U_{\text{д.эт.}4.3.} = \frac{2}{30} \cdot 100\% = 6.7$$

Таблица 5.3 – Таблица результатов расчетов

№ п/п	Удельн. значен. этапа %	Нарастание техническ. готовности	Ожидаемая трудоемк. (дн).	Кол-во работающих	Длит-ть этапа, Т эт
1	2	3	4	5	6
1.1.	6.7	6.7	2	1	2
1.2.	3.4	10.1	1	1	1
1.3.	13.3	23.4	4	1	4
1.4.	3.4	26.7	1	1	1
2.1.	3.4	30.1	1	2	1
2.2.	6.7	36.8	2	2	1
2.3.	3.4	40.2	1	2	1
2.4.	6.7	46.9	2	2	1
2.5.	3.4	50.3	1	2	1
3.1.	6.7	57	2	1	2
3.2.	13.3	70.3	4	1	4
3.3.	16.7	87	5	1	5
4.1.	3.4	90.4	1	2	1
4.2.	3.4	93.8	1	2	1
4.3.	6.7	100	4	2	2

## 5.2 Расчет текущих капитальных и приведенных затрат на проведение исследований

### 5.2.1 Расчет предпроизводственных затрат

Для научно-исследовательской организации предпроизводственные затраты являются текущими.

Для проведения НИР расчет текущих затрат производится:

$$З_{\text{тек}} = ЗМ + \Phi ЗП + O_{\text{с.н}} + З_{\text{э-э}} + З_{\text{об}} + З_{\text{пр}} + НР$$

$$З_{\text{тек}} = 54 + 52668 + 18960.48 + 0.4 + 0.3003 + 2633.4 + 28967.4 = 103283,7 \text{ руб.}$$

Затраты на основной и вспомогательный материал

$$ЗМ = ЗМ_{\text{осн}} + ЗМ_{\text{всп}}$$

$$ЗМ = 45 + 9 = 54 \text{ руб.}$$

Для осуществления НИР затраты на основной материал:

$$ЗМ_{\text{осн}} = N_p \cdot Ц_M \cdot U$$

$$ЗМ_{\text{осн}} = 0,05 \cdot 90 \cdot 10 = 45 \text{ руб.}$$

Затраты на вспомогательный материал принимаем равными 20% от затрат на основной материал:

$$ЗМ_{\text{всп}} = 0,2 \cdot ЗМ_{\text{осн}}$$

$$ЗМ_{\text{всп}} = 0,2 \cdot 45 = 9 \text{ руб.}$$

Заработную плату персонала

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{\text{осн}} + ЗПЛ_{\text{доп}}$$

$$\Phi ЗП = 47880 + 4788 = 52668 \text{ руб.}$$

Заработная плата вычисляется по формуле:

$$ЗПЛ_{\text{осн}} = \Sigma T_{\text{раб}} \cdot C_d \cdot k_{\text{пр}} \cdot И$$

$$ЗПЛ_{\text{осн}} = 38 \cdot 450 \cdot 1.4 \cdot 2 = 47880 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$ЗПЛ_{\text{доп}} = 0,1 \cdot ЗПЛ_{\text{осн}}$$

$$ЗПЛ_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 47880 = 4788 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды вычисляем по формуле:

$$O_{\text{с.н.}} = \frac{N_{\text{соц.}} \cdot \Phi ЗП}{100}$$

$$O_{\text{с.н.}} = \frac{36 \cdot 47880}{100} = 18960,48 \text{ руб.}$$

где  $N_{\text{соц.}} = 36\%$ .

## 5.2.2 Затраты на электроэнергию

Затраты на электрическую энергию:

$$Z_{э-э} = \frac{M_{об} \cdot t_{исп}}{\eta} \cdot Ц_{э-э}$$
$$Z_{э-э} = \frac{10,5 \cdot 0,014}{0,8} \cdot 2,2 = 0,4 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с эксплуатацией оборудования

$$Z_{об} = A_{об} + P_{т.р}$$
$$Z_{об} = 0,03 + 0,00003 = 0,03003 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию оборудования определяем по формуле:

$$A_{об} = \Sigma Ц_{об} \cdot \frac{H_a \cdot t_{исп}}{\Phi_{эф} \cdot 100}$$
$$A_{об} = \Sigma 19000 \cdot \frac{24 \cdot 0,014}{1903 \cdot 100} = 0,03 \text{ руб.}$$

Расходы на текущий ремонт оборудования:

$$P_{т.р} = \frac{\Sigma Ц_{об} \cdot H_{т.р} \cdot k_3}{100 \cdot \Phi_{эф}}$$
$$P_{т.р} = \frac{\Sigma 19000 \cdot 35 \cdot 0,000008}{100 \cdot 1903} = 0,00003 \text{ руб.}$$

где  $H_{т.р}$  – (принимается равной 35%).

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования  $k_3 = \frac{t_{исп}}{\Phi_{эф}}$ .

$$k_3 = \frac{0,014}{1903} = 0,000008 \text{ руб.}$$

Прочие затраты, в которые входит приобретение образцов, аренда помещений, принимаем в размере 5% от величины фонда заработной платы научно-технического персонала:

$$Z_{пр} = 0,05 \cdot ФЗП$$
$$Z_{пр} = 0,05 \cdot 52668 = 2633,4 \text{ руб.}$$

Статьи затрат	Величина затрат (руб.)
1. Основные материалы	45
2. Вспомогательные затраты	9
3. Электроэнергия	0,4
4. Фонд оплаты труда научно-технического персонала	52668 18960,48
5. Отчисления на социальные нужды	0,3
6. Затраты на эксплуатацию	2633,4
7. Прочие затраты	28967,4
8. Накладные расходы	

Таблица 5.4 - Калькуляции себестоимости проведения НИР

Накладные расходы принимаем в размере 55% от величины фонда заработной платы персонала:

$$НР = 0,55 \cdot \text{ФЗП}$$

$$НР = 0,55 \cdot 52668 = 28967,4 \text{ руб.}$$

### 5.2.3 Расчет капитальных затрат

К капитальным затратам относятся затраты на приобретение или создание оборудования, приборов, экспериментальных установок.

Капитальные затраты рассчитываются по формуле:

$$K = \sum C_{\text{пр.об}} + \sum C_{\text{изг}} + P_{\text{т.м}}$$

$$K = 19000 + 2300 + 1330 = 22630 \text{ руб.}$$

Затраты на транспортировку оборудования принимаем:

$$P_{\text{т}} = 0,05 \cdot C_{\text{пр.об}}$$

$$P_{\text{т}} = 0,05 \cdot 19000 = 950 \text{ руб.}$$

Затраты на монтаж оборудования принимаем:

$$P_{\text{м}} = 0,02 \cdot C_{\text{пр.об}}$$

$$P_M = 0,02 \cdot 19000 = 380 \text{ руб.}$$

Таблица 5.5 - Капитальные затраты на НИР

1. Приобретенное оборудование	19000 руб
2. Изготовленное оборудование	2300
3. Транспортировка	950
4. Монтаж	380

#### 5.2.4 Расчет общих затрат на проведение НИР

$$Z_{\text{прив}} = Z_{\text{тек}} + K$$

$$Z_{\text{прив}} = 103283,7 + 22630 = 12591,7 \text{ руб.}$$

## Заключение

В ходе выполнения работы были изучены и проанализированы методы точечной сварки для алюминия и выявили плюсы и минусы. Изучены формирование точки при точечной сварки. Разработан монтаж сварочного поста для проведения исследований.

В ходе проведенных исследования сделаем вывод, что сила нагрузки плазматроном на изделие не сильно зависит, но видно, что при нажатии от 20 до 40 килограмм сила разрыва значительно больше, чем при малых нагрузках на изделия.

В разделе безопасность и экологичность отнесены вредные моменты воздействующие на человека и находящуюся вокруг среду. Отнесены пожароопасные моменты и методы уничтожения. Отнесены события по сокращению влияния вредоносных моментов на находящуюся вокруг окружающей среду.

В экономической части приведено экономическое обоснование научно-исследовательской работы. А именно сварка трехфазной сжатой дугой с помощью среды защитного газа аргона, более эффективный способ сварки. Здесь сыграла роль быстрота процесса, которой не может похвастаться ручная дуговая сварка. Стоит также отметить, что целесообразность использования данного метода позволит сэкономить время и улучшить производительность.



## Список используемой литературы

1. Стрельников И.В., Коновалов А.В., Стемпер Ф.. Вопросы качества плазменной точечной сварки: металлография, фрактография, статистика. Журнал «Сварочное производство» № 5 2009, с.47-50.
2. Щицын Ю.Д., Щицын В.Ю. Плазменная сварка алюминиевых сплавов. Журнал «Сварочное производство» № 5 2003, с.36-42.
3. Шарапов М.Г. Оптимизация газовой защиты при плазменной сварке. Журнал «Сварочное производство» № 6 2003, с. 3-6.
4. Фролов В.А., Никитина Е.В.. Системный анализ свариваемости алюминиевых сплавов. Журнал «Сварочное производство» № 12 2007, с. 8-11.
5. Ольшанский А.Н., Морозов Б.П.. Оценки повышенного давления защитного газа на снижение пористости сварных соединений из алюминиевых сплавов. Журнал «Сварочное производство» № 11 2003, с. 8-11.
6. Краснопевцева И.В. Методическое пособие по выполнению курсовой работы: метод. пособие / И.В. Краснопевцева. – Тольяттинский государственный университет, 2017. – 24 с.
7. Влияние параметров режима на геометрию плазменной сварной точки. А.В. Коновалов, И.В. Стрельников. Восьмая международная научн.-практ. конф. «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» под ред. А.П. Кудинова. СПбГТУ, Спб 2009, 158-164 с.
8. Размеры и дефекты PSW соединения для различных режимов сварки. Г.И. Ложба, А.П. Акимкин, И.В. Стрельников. Сварка и диагностика. 2009 г. № 5, 45-49 с.
9. Коновалов А.В., Стрельников И.В. Плазменная точечная сварка: возможные дефекты и меры по их устранению. Спб.17 всерос. Научн.-практ. конф. «Инновации. Интеллект. Культура». Тобольск: ТИИ ТюмГНГУ, 2010 г. 57-59 с.

10. Короткова Г.М., Столбов В.И. Учебное пособие. Технология и оборудование для сварки трехфазной дугой неплавящимися электродами. Куйбышев: КуАИ 1984, 81 с.
11. Игнатьева В.Е. Расчет усилий прижима кромок изделия при сварке. Журнал «Автоматическая сварка», 1965, №1, с. 33-37.
12. Климов А.С., Смирнов И.В., Кудинов А.К., Кудинова Г.Э. Учебное пособие. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки. Тольятти 2007.
13. Моторин К.В. Сидоров В.П. Ковтунов А.И. Способ наплавки трехфазной дугой. Патент № 2451584 БИ № 15. 27.05. 12г
14. Моторин К.В. Сидоров В.П.Короткова Г.М.Забияка И.С.Троицкий В.А.Сварное нахлесточное соединение. Патент №2479398 опубл. БИ №11 20.04.13г
15. Моторин К.В. Сидоров В.П. Короткова Г.М. Забияка И.С.Троицкий В.А. Способ сварки нахлесточных соединений. Патент № 2467844 опубл. БИ №33 27.11.12г
16. Kumagai M, Tanaka S (2001). Application of friction stir welding to welded construction of aluminum alloys. J Light Met Weld Constr 39:22–28 с.
17. Gam G, Mıstıkođlu S (2014). Recent developments in friction stir welding of Al-alloys. JMEP 23(6):1936–1953
18. Enjo T, Kurodo T (1982) Microstructure in weld heat affected zone of Al alloys. Trans JWRI 11(1):61–66 с.
19. Elrefaey A (2015) Effectiveness of cold metal transfer process for welding aluminium alloys. Sci TechnolWeld Join 20(4):280–285 с.
20. Nelson TW, Steel RJ, Arbegast WJ (2003) In situ thermal studies and post-weld mechanical properties of friction stir welds in age hardenable aluminium alloys. Sci Technol Weld Join 8:283–288 с.