

Аннотация

В выпускной квалификационной работе проведен анализ конструкции лонгбордов для экстремальных видов спорта. Спортсмен на лонгборде развивает скорость до 120 км\ч, что связано с риском для жизни. В связи с этим в конструкции лонгборда произведена доработка детали «вешалка».

В работе предлагается конструкция тормозного устройства, которая состоит из нескольких узлов. Представлен проект технологии сварки сплава АМг3 неплавящимся электродам в среде защитного газа аргона.

В разделе Безопасность и экологичность технического объекта определены опасные и вредные факторы при сварке и разработаны мероприятия, снижающие риски. В разделе Экономическое обоснование определена технологическая себестоимость одного метра шва детали.

Выпускная квалификационная работа содержит: страниц, рисунков, таблиц, чертежей формата А1.

Annotation

In the final qualifying work an analysis of the design of longboards for extreme sports was carried out. An athlete on the longboard develops a speed of up to 120 km/h which is associated with a risk to life. That is why a detail called "hanger" in the design of a longboard was refined.

This research offers the design of a braking device which consists of several units. The design of welding technology for AMr3 alloy by a non-consumable electrode in argon shielding gas is presented.

Hazardous and harmful factors in welding are identified and measures that reduce risks are developed in the section "Safety and environmental compatibility of a technical facility". Also the technological cost of one meter of the joint is determined in the "Economic feasibility" section.

The final qualifying work contains pages, drawings, tables, A1 drawings.

Содержание

Введение	5
1. Анализ конструкции лонгбордов.	6
1.1 Особенности конструкций лонгбордов.	6
1.2 Описание конструкции подвески.	8
2. Доработка конструкции подвески лонгборда.	12
2.1 Доработка детали «вешалка».	13
2.2 Характеристика материала детали «вешалка».	16
2.3 Особенности сварки алюминиевых сплавов и выбор способа сварки.	18
3. Разработка технологии сборки и сварки.	22
3.1 Выбор оборудования для сварки тормозного устройства.	22
3.2 Проектирование технологического процесса сварки.	23
4. Безопасность и экологичность технологического объекта.	30
4.1 Планировка участка	30
4.2 Технологический процесс	30
4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	31
4.4 Мероприятия по уменьшению влияния опасных факторов	32
5. Экономическое обоснование	34
5.1 Расход сварочных материалов и электроэнергии на 1 метр сварного шва	34
5.2 Технологическая себестоимость 1 метра сварного шва	37
Заключение	39
Список используемой литературы и источников	40

Введение

В настоящее время среди молодежи всё больше развиваются экстремальные виды спорта. Среди них достойное место занимают скоростные спуски по серпантину на лонгборде. Некоторые спортсмены развивают скорость 80-120 км\ч! Для защиты тела в случае падения любители адреналина используют специальную экипировку: налокотники, наколенники, перчатки, панцирь и шлем. Однако, порой даже всего этого может оказаться недостаточно, чтобы избежать травмы.

География производства лонгбордов довольно обширна. Сегодня их производят в таких странах как Канада (поставляет самую качественную продукцию), США, Китай, Россия и другие.

Существует множество видов, форм и конструкций лонгбордов, но ни одна из них не снабжена системой торможения, позволяющей снизить скорость спортсмена

Поэтому цель работы: снизить риски спортсмена на больших скоростях за счет торможения.

1 Анализ конструкции лонгбордов

1.1 Особенности конструкций лонгбордов

Современный лонгборд – слоистая деревянная доска (как правило канадский клен) длиной 600-1100 мм с двумя независимыми друг от друга подвесками, на каждой из которых находятся по два колеса с парой подшипников. Лонгборд рассчитан на вес спортсмена до 100 кг.

Представленные на рисунках 1-4 конструкции лонгбордов отличаются по этике исполнения, по конструкции, использованным материалам, покрытиям доски, геометрическим формам и размерам.



Рисунок 1 – Лонгборд (тормозного устройства нет) (Россия).



Рисунок 2 – Лонгборд (тормозного устройства нет) (Китай).

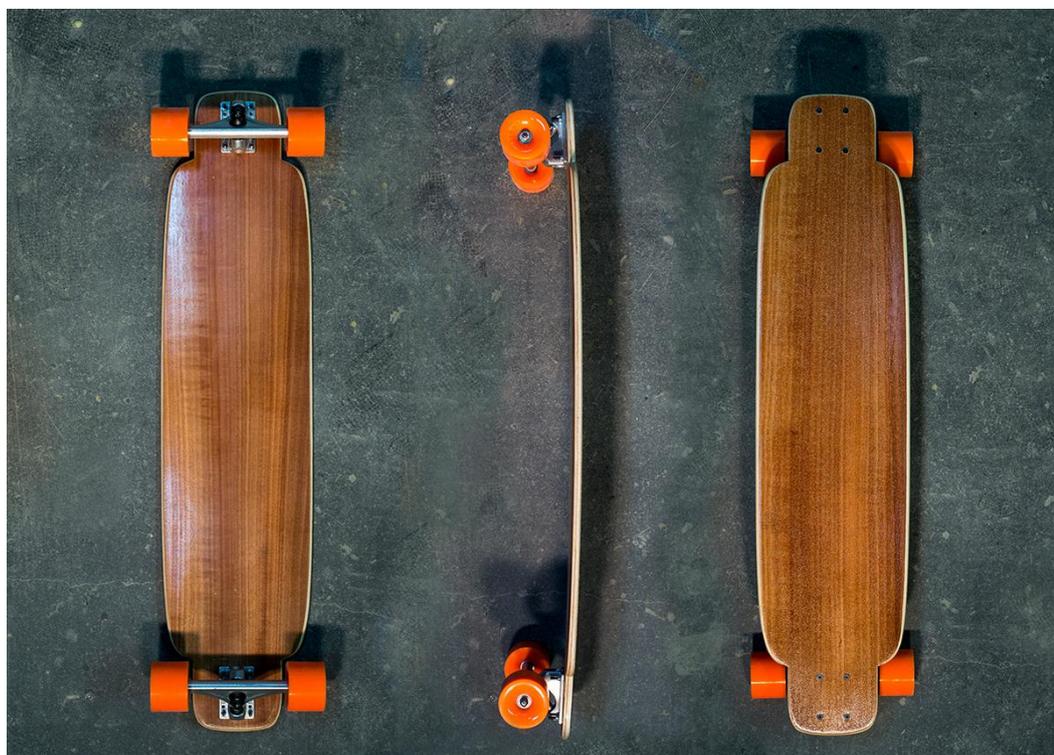


Рисунок 3 – Лонгборд (тормозного устройства нет) (США).



Рисунок 4 – Лонгборд (тормозного устройства нет) (Канада).

1.2 Описание конструкции подвески

На рисунках 2 и 3 можно увидеть конструкцию узла крепления колес. Более подробно этот узел изображен на рисунке 5. Узел крепления колес – подвеска лонгборда состоит из базы, вешалки, двух амортизаторов, кингпина (стального болта) и гайки.

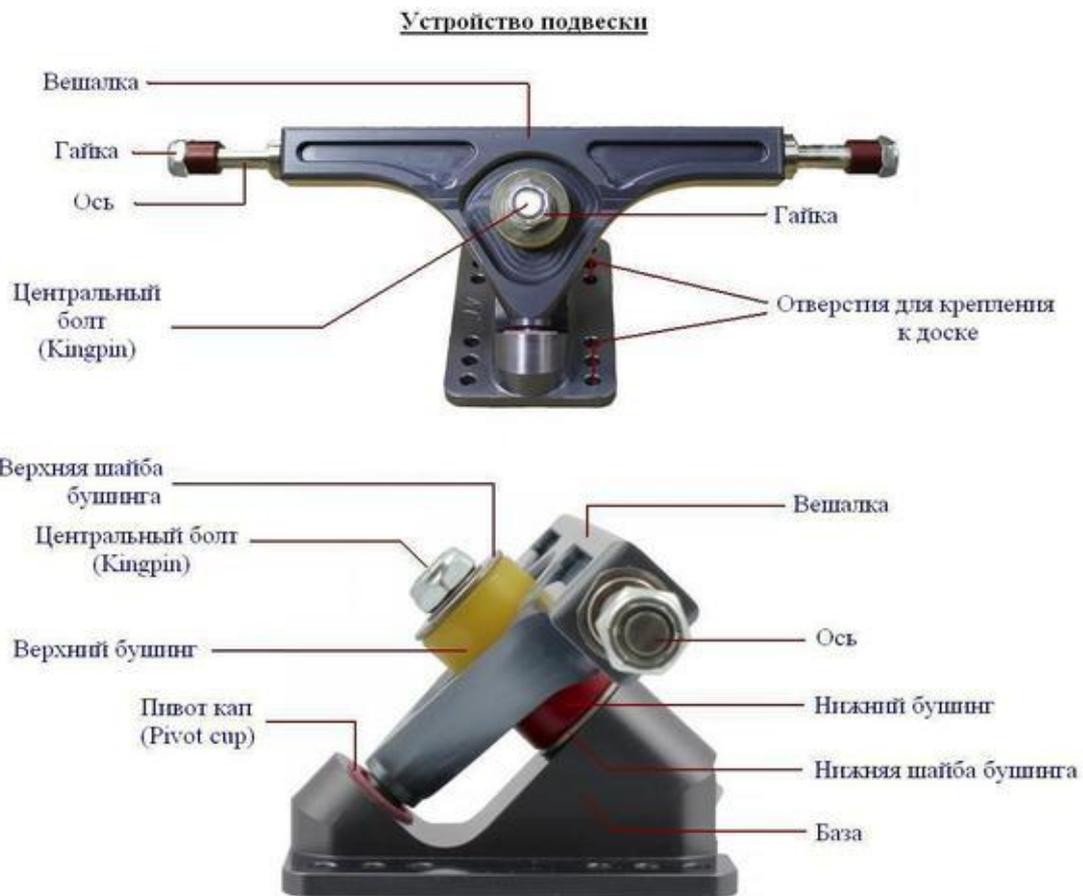


Рисунок 5 – узел крепления колес – подвеска лонгборда.

База подвески – литая конструкция, выполненная как правило из стали (рисунок 6а) и сплава алюминия (рисунок 6б) [1,2,3].



Рисунок 6 – Конструкция подвески из стали (а), конструкция подвески из сплава алюминия (б)

От угла наклона вешалки к базе зависит радиус поворота всего лонгборда (рисунок 7).



Рисунок 7 – Конструкция подвески лонгборда

Доработка конструкции подвески коснется детали «вешалка» (рисунок 8).



Рисунок 8 – Конструкция детали «вешалка»

Анализ конструкций лонгбордов показал, что не смотря на разнообразие видов и форм донгбордов тормозящих устройств не предусматривается. На

соревнованиях по этому виду спорта спортсмены развивают скорость до 120 км\ч (мировой рекорд 130 км\ч), поэтому необходимо предусмотреть устройство для торможения.

Для снижения скорости лонгборда необходимо снизить число оборотов колёс за счет механического контакта колеса с подвижной тормозной колодкой (ПТК)

Таким образом, анализ конструкции лонгбордов показал, что на сегодняшний день нет лонгбордов с тормозными устройствами. Поэтому в работе необходимо решить следующие задачи:

1. Доработать конструкцию детали «вешалка».
2. Выбрать способ сварки.
3. Разработать технологию сборки и сварки элементов конструкции.
4. Экономически обосновать практичность технологии.

2 Доработка конструкции подвески лонгборда

Из всех представленных на рисунках 1-6 конструкций лонгбордов остановимся на конструкции подвески, которая показана на рисунке 9.



Рисунок 9 – Внешний вид подвески, выполненной из сплава АМг3 [4,5,6,7,8]

2.1 Доработка детали «вешалка»

Вешалка состоит из литого корпуса АМг3 (1) и двух валов (2) (Рисунок 10)



Рисунок 10 – Внешний вид вешалки

Во время движения лонгборда при необходимости снизить скорость нужно сократить расстояние между колесом и подвижной тормозной колодкой (ПТК) до нуля. То есть рассматриваются два режима:

- 1) нейтральный (рисунок 11а),
- 2) режим торможения (рисунок 11б).

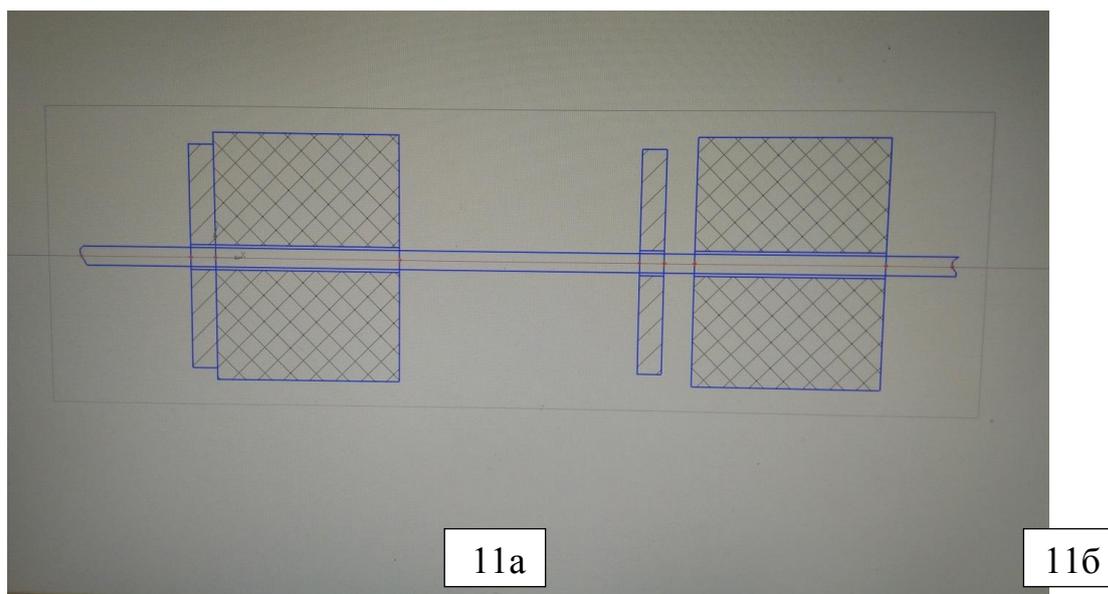


Рисунок 11 – Нейтральный режим (а), режим торможения (б)

Колесо лонгборда сделано из полиуретана, ПТК выполнена из низкоуглеродистой стали Ст3. Эскиз ПТК показан на рисунке 12.

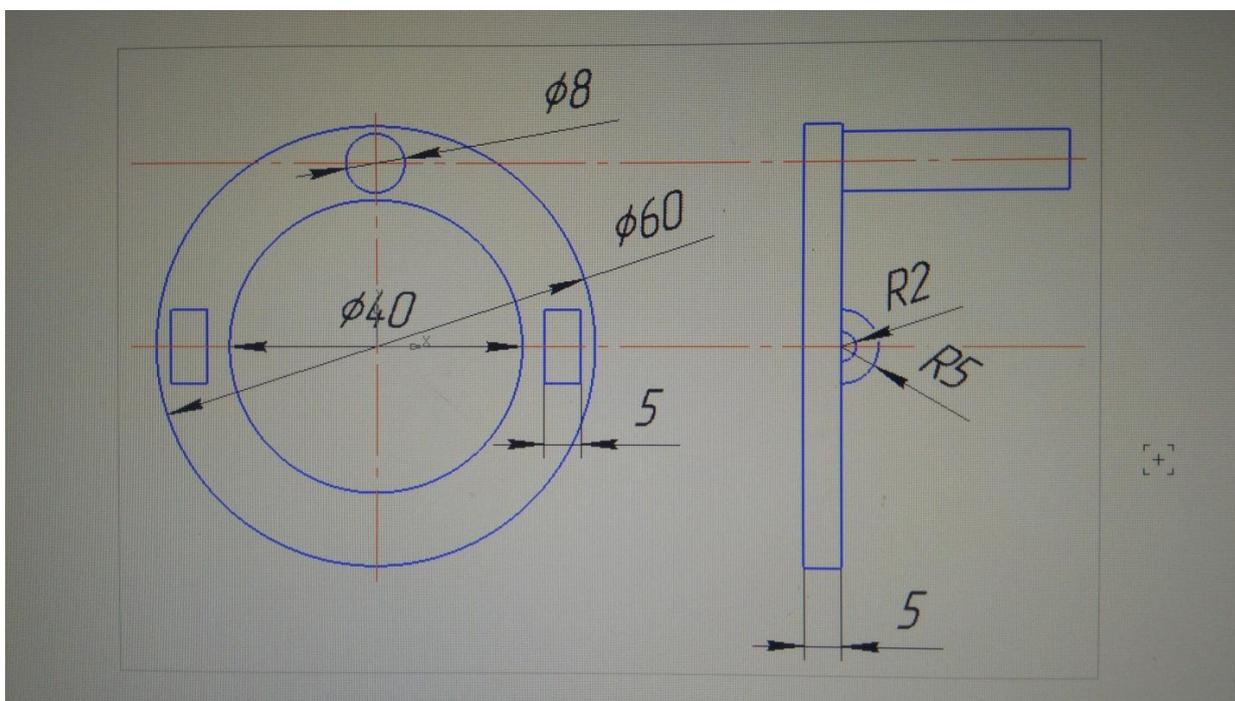


Рисунок 12 – Эскиз подвижной тормозной колодки.

Для перемещения ПТК из режима 1 в режим 2 разрабатываем специальное устройство (рисунок 13)

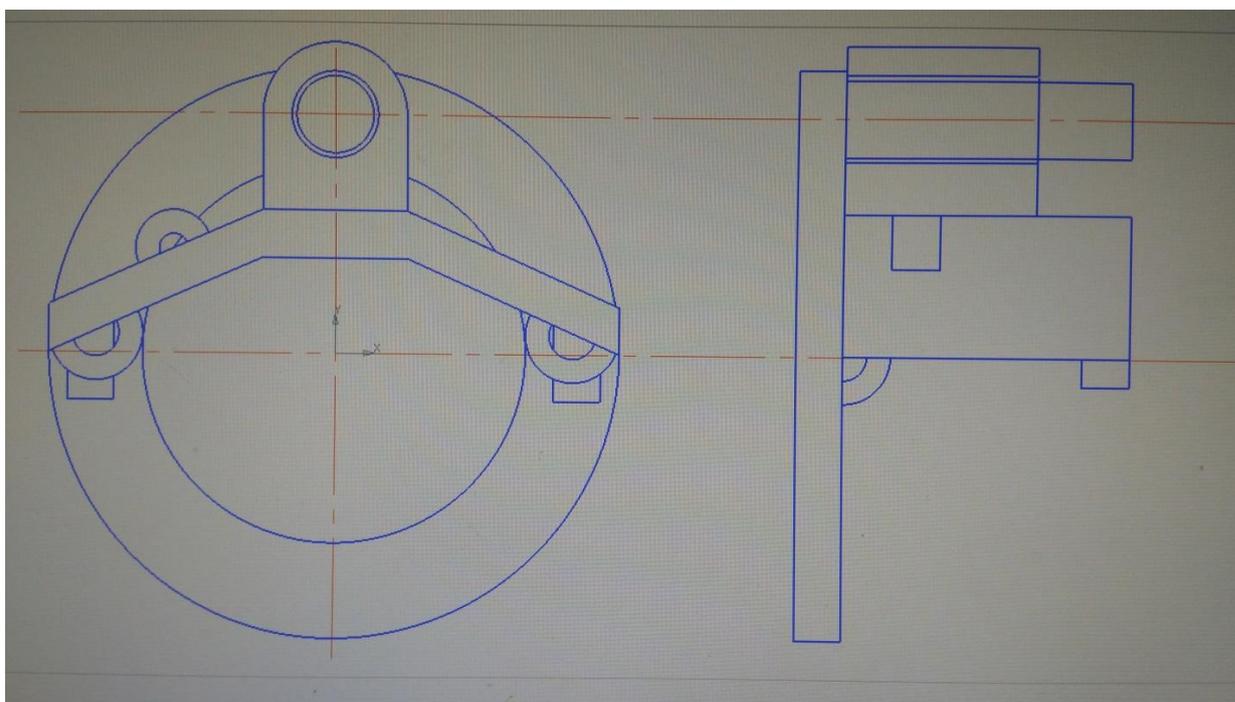


Рисунок 13 – Эскиз тормозной колодки с узлом крепления.

Тормозное устройство в сборе состоит из ПТК (рисунок 12), основания (рисунок 14) и пружин.

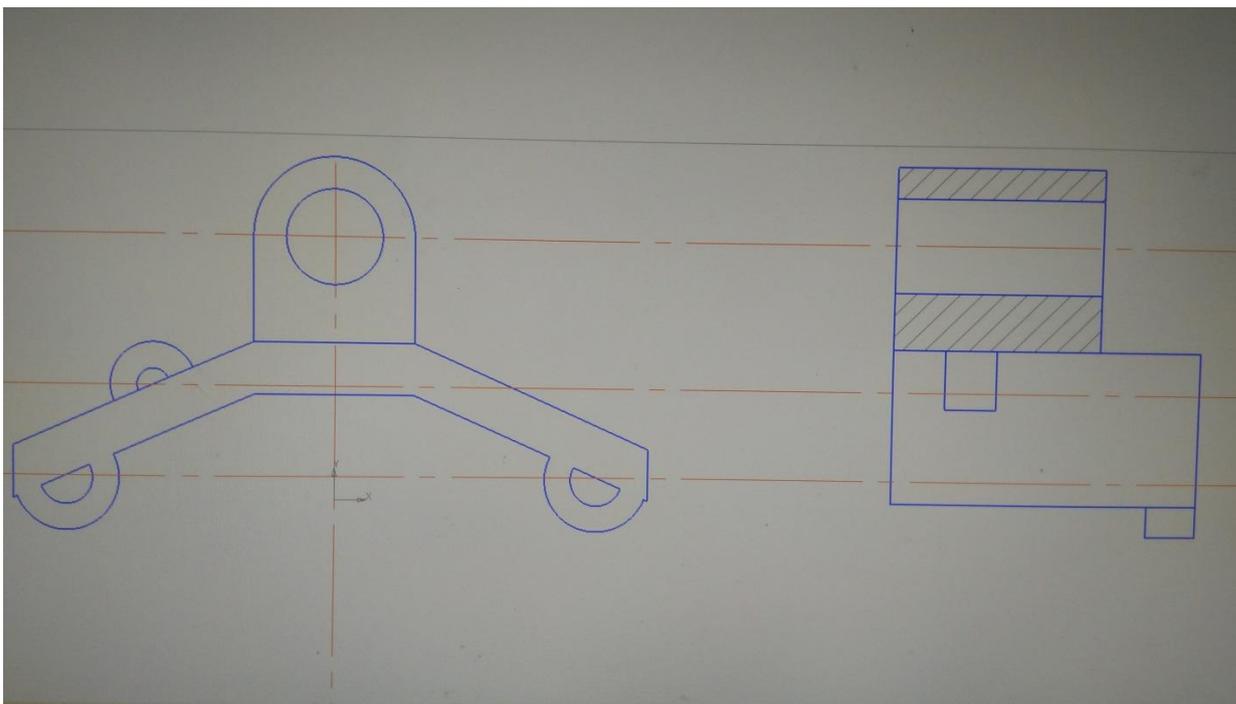


Рисунок 14 – Эскиз основания

Основание выполнено из сплава АМг3 и приваривается к вешалке [8].

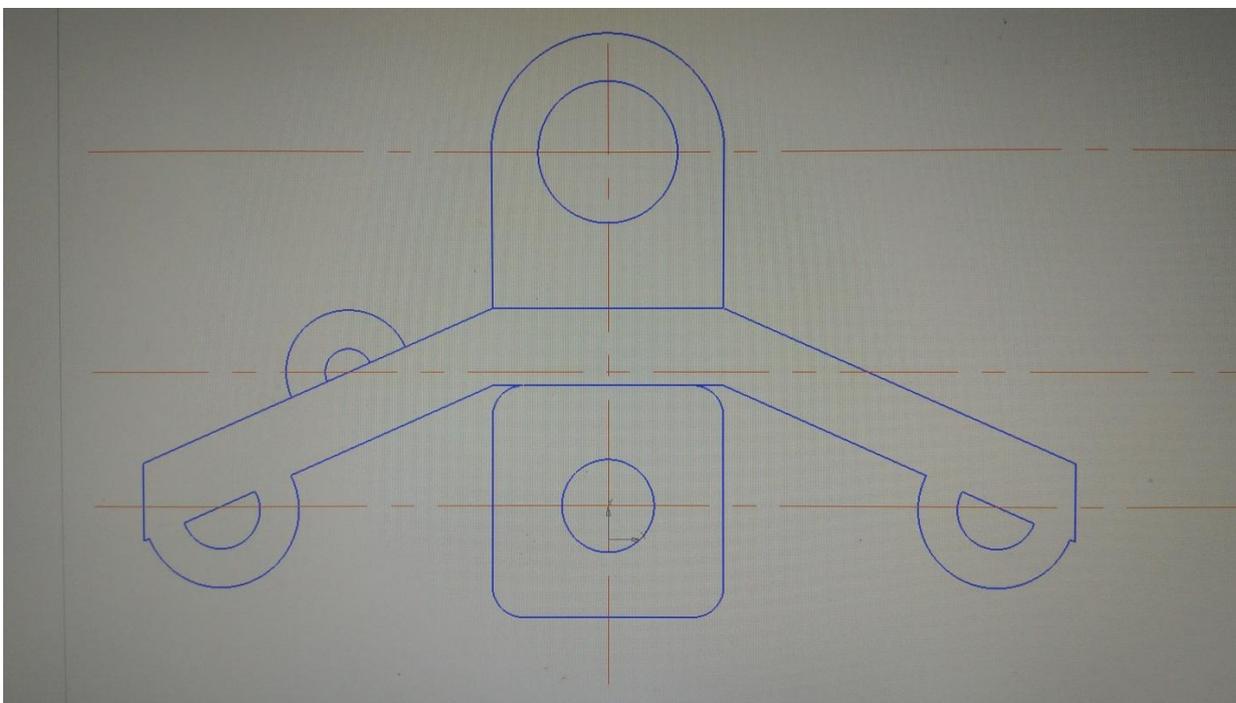


Рисунок 15 – Эскиз неразъемного соединения основание-вешалка

2.2 Характеристика материала детали «вешалка»

Алюминиевые сплавы относятся к группе термически не упрочняемых алюминиевых деформируемых сплавов [2,3,5,6]. Из АМГ-3 изготавливают разные полуфабрикаты, например штамповки. Полуфабрикаты из этого сплава имеют относительно небольшие прочностные характеристики, но высокую пластичность. Алюминий – самый распространенный в земной коре металл, его запасы составляют 8,8 %. Алюминий является одноморфным металлом с плотноупакованной гранецентрированной кубической решеткой. Технически чистый алюминий имеет низкие прочностные ($\sigma_b = 49 - 68$ МПа, модуль упругости $E = 70000$ МПа) и высокие пластические свойства ($\delta = 28\%$), поэтому в качестве конструкционного материала применяется в значительно меньших объемах, чем его сплавы различного легирования. В зависимости от содержания легирующих элементов, характера пластической обработки металла все алюминиевые сплавы подразделяются на деформируемые и литейные. Деформируемые алюминиевые сплавы содержат легирующие элементы в количествах до предела их растворимости в α – растворе алюминия, например, структура алюминиево – магниевых сплавов характеризуется зернами α - алюминия, по границам которых могут быть выделения бета – фазы – Al_3Mg_2 (до 3%). Для сварных конструкций главным образом применяются деформируемые алюминиевые сплавы (ГОСТ 4784 – 74) [6,7,9], которые можно подразделить на термически неупрочняемые (низкой и средней прочности) и термически упрочняемые (средней и высокой прочности). К термически неупрочняемым можно отнести технический алюминий, сплавы системы Al – Mn, алюминиево – магниевые сплавы системы Al – Mg.(табл.1)

К термически упрочняемым сплавам, имеющим предел прочности от 350 до 570 МПа, относятся сплавы систем Al – Zn – Mg, Al – Cu – Mn, Al – Zn – Mg – Cu, Al – Mg – Li и др. , повышение прочностных свойств которых обеспечивается выделением мелкодисперсных фаз в результате старения.

Несмотря на значительно большую стоимость по сравнению с углеродисты

ми и низколегированными конструкционными сталями, объем применения алюминиевых сплавов в производстве сварных конструкций непрерывно повышается. Это можно объяснить такими эксплуатационными свойствами алюминия и его сплавов, как высокая коррозионная стойкость в целом ряде агрессивных жидких и газовых сред, немагнитность и высокие электро – и теплопроводность, низкие температуры перехода алюминиевых сплавов из вязкого в хрупкое состояние.

Малая плотность и высокие прочностные свойства термически упрочняемых алюминиевых сплавов обуславливают их более высокую удельную прочность по сравнению с конструкционными сталями, что позволяет снижать металлоемкость, например строительных конструкций, при замене сталей алюминиевыми сплавами. (табл. 1)

При выборе алюминиевого сплава для конструкции вешалки одна из важных характеристик – коэффициент конструктивной прочности, выражающий отношение конструктивной прочности, к пределу прочности основного металла.

Таблица 1 - Химический состав сплавов типа АМг-3

Марка сплава	Mg	Mn	Cr	Ti	Si	Be	Cu	Zn	Fe	Si
АМг3	3,2- 3,8	0,3- 0,6	—	—	0,5- 0,8	—	0,05	0,2	0,5	—

Таблица 2 - Механические свойства АМг3

Марка сплава	σ_{σ} кг\мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг\мм ²	δ %
АМг3	20,0	10,0	15,0

2.3. Особенности сварки алюминиевых сплавов и выбор способов сварки

Технологическая свариваемость алюминиевых сплавов определяется физико – химическими свойствами алюминия, являющегося основой сплава (90...95 % в деформируемых алюминиевых сплавах), физико – химическими свойствами основных легирующих элементов, модификаторов и постоянных примесей – железа, кремния, водорода, содержание которых зависит от системы легирования сплава (табл. 2).

Эксплуатационные свойства конструкций из алюминиевых сплавов, особенно средней и высокой прочности, определяются развитием структур – ной и механической неоднородности в металле различных участков сварного соединения в результате воздействия термомеханического сварочного цикла.

Алюминий и его сплавы по сравнению со сталями обладают специфическими свойствами, обуславливающими сравнительную сложность осуществления процесса их сварки. К таким свойствам следует отнести следующие : склонность к порообразованию; высокую теплопроводность ($\lambda = 0,4$ кал/см*сек*град), высокую степень сродства к кислороду и образование стойкого окисла Al_2O_3 в виде пленки, покрывающей поверхность деталей [9,10,11,12,14,15,16,17,18]; значительное превышение температуры плавления окисной пленки (2050^0 С) над температурой плавления алюминия (660^0 С); высокий коэффициент литейного расширения $\alpha = (22 - 24) * 10^{-6}$ 1/град; склонность многих сплавов к образованию горячих и холодных трещин; превышение плотности окисной пленки над плотностью самого металла, снижение прочностных свойств сварного соединения по сравнению с основным металлом; жидкотекучесть; внезапный переход из твердого в жидкое состояние при нагреве; высокую поглощаемость водорода при сварке.

Тугоплавкие оксидные пленки Al_2O_3 , образующиеся практически мгновенно на поверхности металла, создают одно из основных затруднений при сварке

алюминия и его сплавов. Тугоплавкая окись алюминия ($T_{пл} = 2323 \text{ К}$) прочно удерживается на поверхности металла вплоть до температур, превышающих температуру плавления алюминия. [4, 11, 12, 13, 14]

Процессы кристаллизации расплава требуют присадочного материала, который выбирают с учетом не только прочности и хорошей жидкотекучести, но и возможности растрескивания основного металла, возникающего при застывании и усадке. Особенно важен выбор присадочного материала при сварке в защитном газе, идущей с высокой скоростью, в результате чего застывает значительно быстрее.

Таблица 3 - Состав сварочных проволок из алюминиевых сплавов (ГОСТ 7871-75)

Марка	Процент по массе							Прочие, не более % по массе
	Mg	Mn	Fe	Si	Ti	Be	Zn	
Св	3,2...	0,3...	-	0,5...	-	0,002...	-	0,85
АМг3	3,8	0,6		0,8		0,005		

Первый способ это сварка сжатой дугой, источник питания типа ИСВУ-160 [19,20,21,22,23].

Источник питания для сварки металла сжатой дугой обладает падающей вольтамперной характеристикой и предназначен для питания сжатой дугой в среде инертных газов.

Главным недостатком этого способа, является повышение напряжения холостого хода до 100 В (рисунок 16).

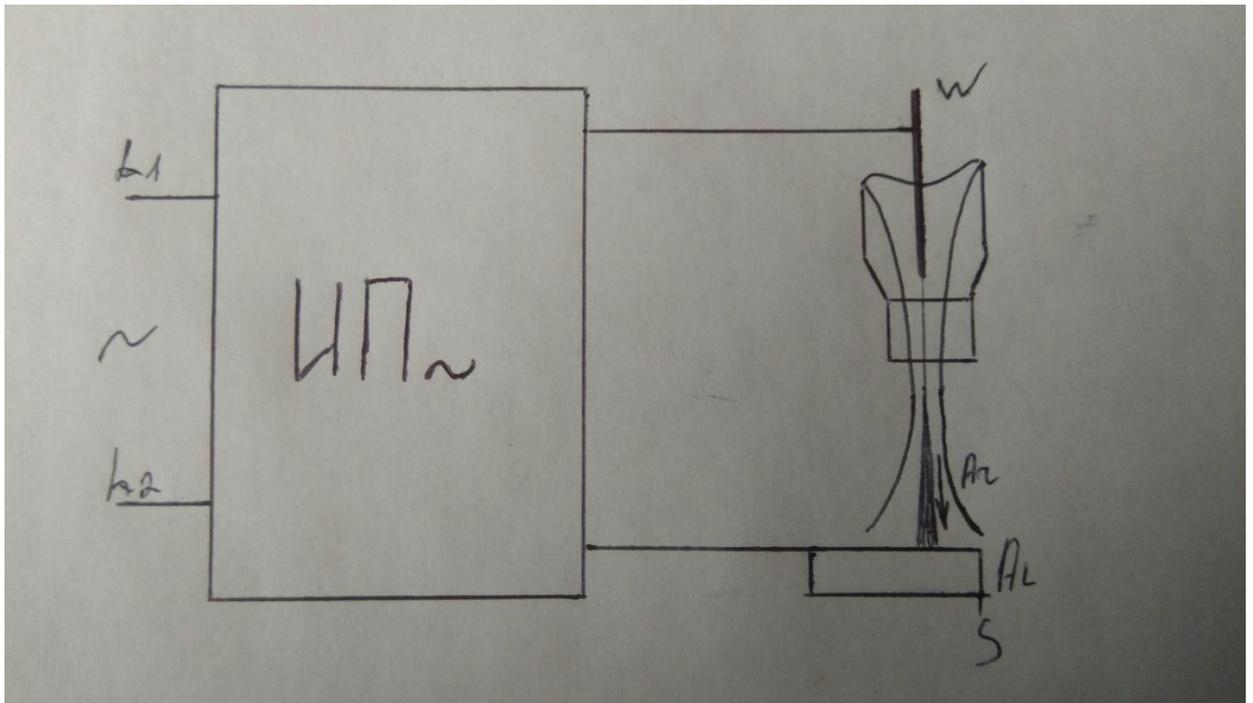


Рисунок 16 – Схема сварки сжатой дугой

Второй способ для сварки алюминиевых сплавов, это импульсная сварка вольфрамовым электродом. Источник питания импульсной дуги ИСВУ-300 предназначены для сварки алюминиевых сплавов (рисунок 17).

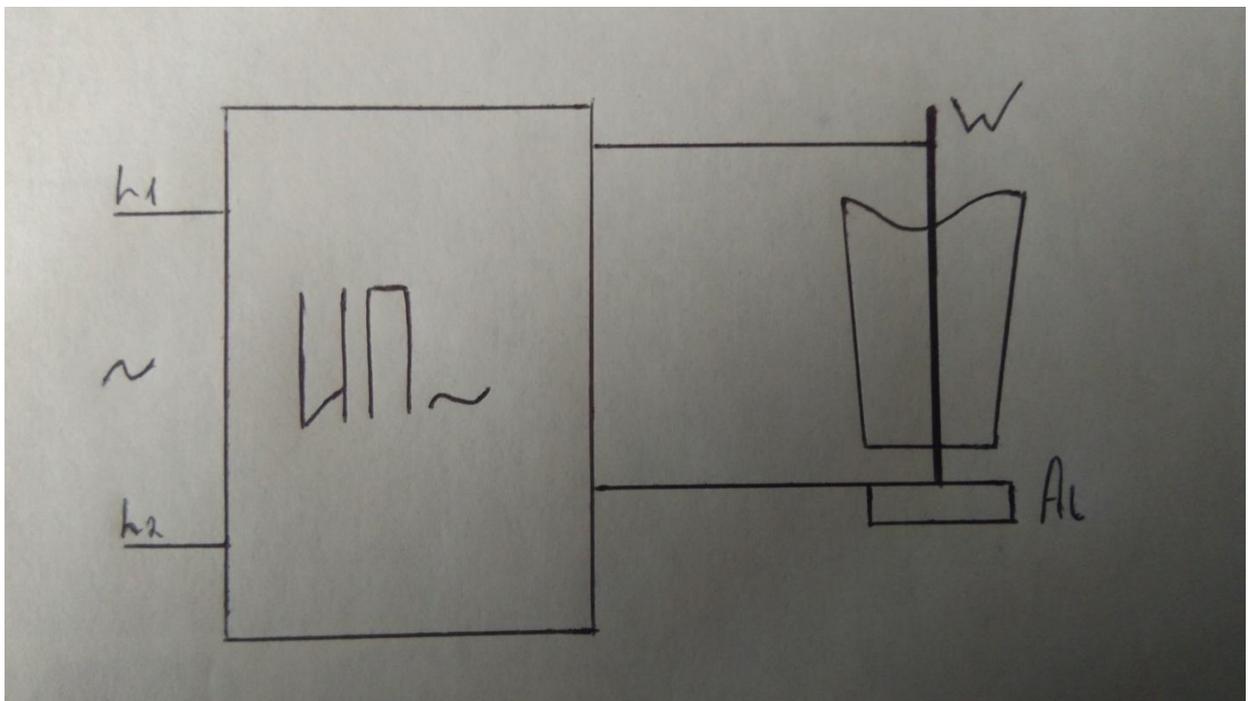


Рисунок 17 – Схема сварки вольфрамовым электродом на переменном токе

Источники данного типа обеспечивают импульсный ввод тепла в свариваемое изделие. Импульсное изделие тока оказывает большое влияние на ванну жидкого металла и формирование шва. Импульсы тока, регулируемые по величине и длительности накладываются на непрерывно горящую мало-мощную дежурную дугу. Последняя поддерживает дуговой промежуток ионизированным и обеспечивает стабильность повторных возбуждений [19,20].

Источники питания импульсной дуги питаются от сети переменного тока с частотой 50 Гц. , напряжением 380 В. Напряжение холостого хода источника “дежурной дуги” $\min 65\text{В} \pm 5\%$, $\max 85\text{В}$. Напряжение на дуге 15В. Сварочный ток регулируется двумя ступенями от 50 А до 300А. В пределах каждой ступени регулирования тока плавное. Ток дежурной дуги регулируется от 3А до 8А. Длительность импульса и паузы регулируется от 0,08 секунды до 0.44 секунды.

Третий способ сварки – это сварка неплавящимся электродом на переменном токе в защитной среде аргона. Схема аналогична рисунку 17, только дуга горит непрерывно.

Анализ источников тепла показал, что в нашем случае целесообразно использовать ручную сварку неплавящимся электродом в защитной среде аргона в непрерывном режиме с подачей присадочной проволоки.

В связи с тем, что вешалка и основа тормозного устройства выполнены из сплава АМг3, выбираем для них присадочный материал АМг3 [3], (таблица 3).

3. Разработка технологии сборки и сварки

3.1 Выбор оборудования для сварки тормозного устройства

Для сварки алюминиевого сплава на переменном токе выбираем источник питания типа УДГ-301 или ТИР-300У2. В комплекте с источником питания должна работать горелка типа РГА-150 или РГА-300, в зависимости от величины сварочного тока.

Для приварки тормозного устройства к вешалке организуем сварочный пост, в состав которого входят:

- 1) источник питания с горелкой,
- 2) защитный газ аргон (баллон),
- 3) сборочно-сварочный стенд (рисунок 18).

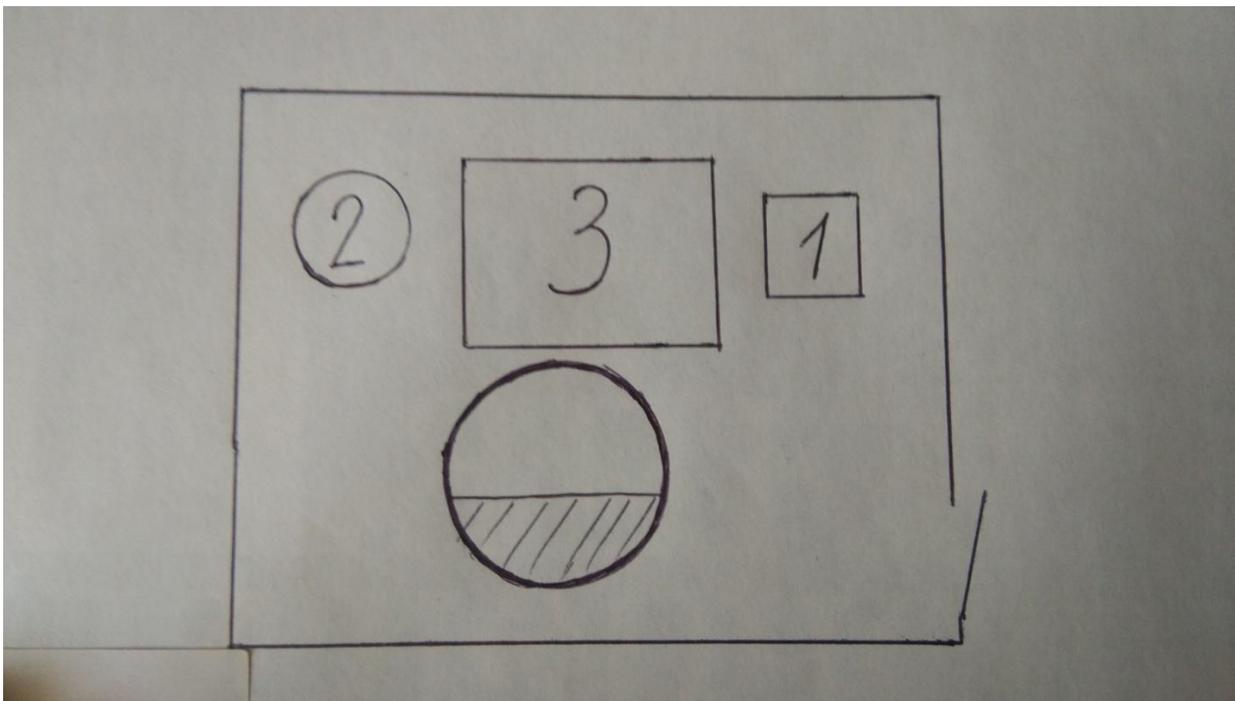


Рисунок 18 – Схема поста для сварки тормозного устройства

Начальное возбуждение дуги производим от осциллятора последовательного включения типа ОСПЗ-300М.

3.2 Проектирование технологического процесса сварки

Технология однофазной сварки вольфрамовым электродом состоит из нескольких этапов. Рассмотрим каждый из них.

Входной контроль

Поступившие на сварку исходные материалы должны отвечать ряду требований. Отливка из алюминия и присадочная проволока должны быть промаркированы клеймами завода-изготовителя. Материалы должны соответствовать требованиям «Регламента входного контроля» и ГОСТам.

Отчистка от оксидной пленки

Для удаления с поверхности основания тормозного устройства оксидной пленки его подвергают тщательной химической обработке, состоящей из нескольких этапов.

Кромки свариваемого основания тормозного устройства зачищают металлической щеткой и приступают к обезжириванию. Основание тормозного устройства протирают ветошью, смоченной в органическом растворителе (бензин, уайт-спирит и пр.). Альтернативой такого способа обезжиривания может быть выдержка деталей в водном растворе, содержащем 5-10 г/л NaOH, 40-50 г/л тринатрийфосфата, 5 г/л натриевого жидкого стекла (Na_2SiO_3). При температуре раствора 60-70°C продолжительность обезжиривания 3-5 минут (рисунок 19).

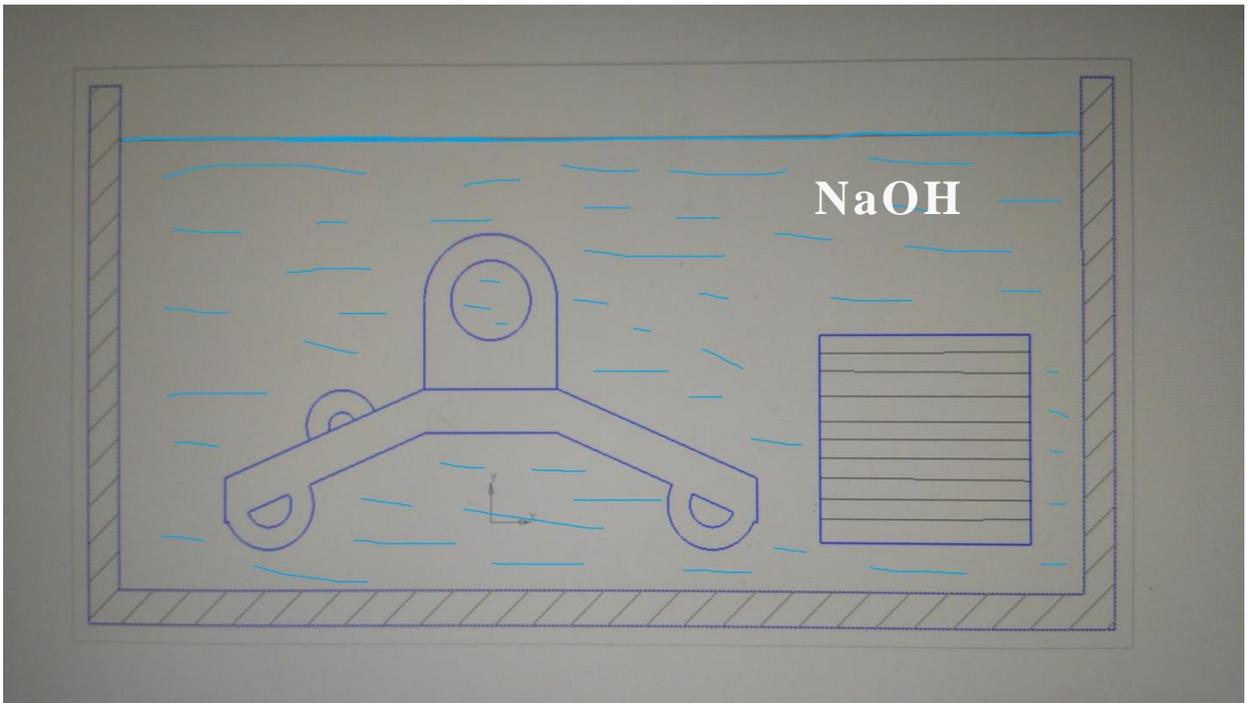


Рисунок 19 – Травление основания тормозного устройства и проволоки

Операция травления: основание тормозного устройства и проволоку погружают в 5%-ный раствор щелочи NaOH или KOH, нагретый до 60-70°C. Выдерживают 2-3 минуты и промывают сначала горячей, потом холодной водой, одновременно протирая их волосяными щетками.

Детали пассивируют в 20%-ной азотной кислоте (HNO₃), нагретой до температуры 60-70°C, время выдержки 5-7 минут. Детали промывают в холодной, а затем в горячей воде и сушат подогретым воздухом. Время хранения подготовленных к сварке деталей – 24 часа, присадочную проволоку необходимо использовать в течение 8 часов. По истечении указанных сроков неиспользованные материалы вторично подвергают обработке (рисунок 20)

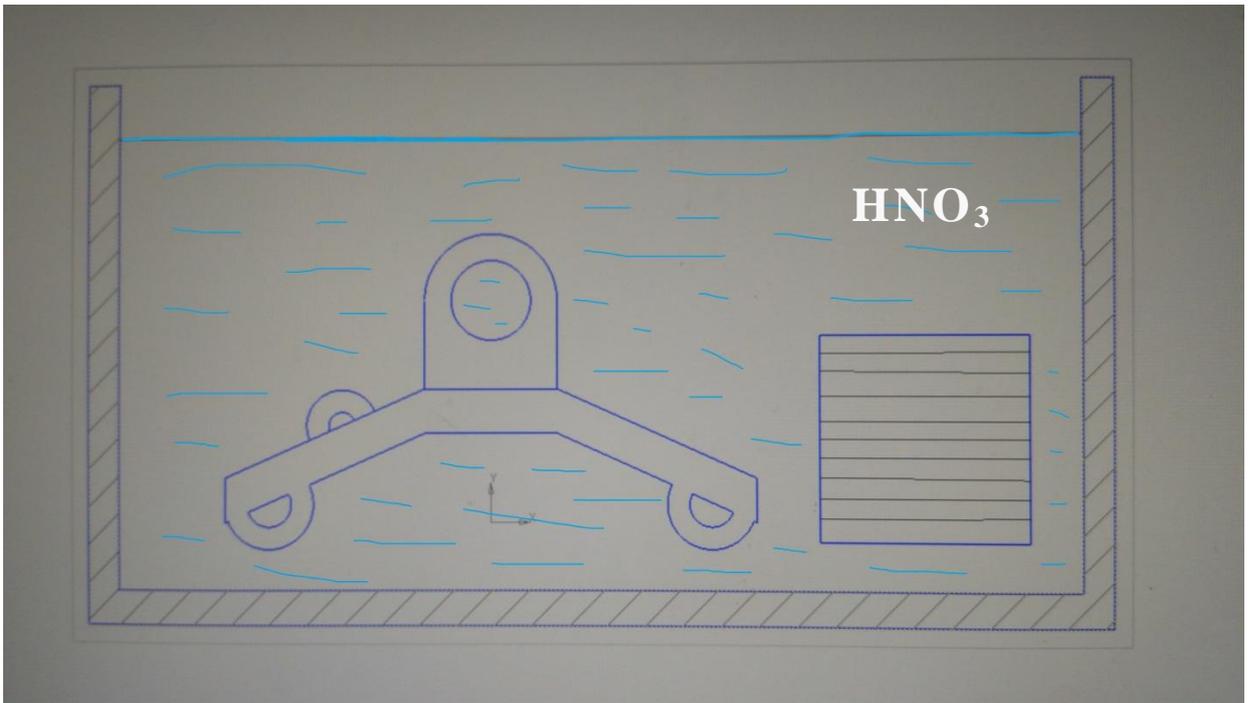


Рисунок 20 – Пассивирование основания тормозного устройства и проволоки

Сборка-сварка

Основание тормозного устройства устанавливают в сборочном приспособлении (тиски) (рисунок 21). На сварочном оборудовании задают режим сварочного процесса: $I_{д}=140\text{А}$; $U_{д}=18\text{В}$; $d_{шт}=2-3\text{мм}$; $v_{св}=5-8\text{м/ч}$; $Q_{Ar}=7-8\text{л/мин}$. Максимальное отклонение значений электрических параметров сети от заданных должно составлять $\pm 10\%$ от номинальных, сварочного тока – не более 5% от номинального значения тока дуги. Создается усилие прижатия и приступают к сварке. Сварочную горелку подводят к началу стыка деталей. Со скоростью сварки $v_{св}=5-8\text{ м/ч}$ начинают плавление основного металла с присадочной проволокой (рисунок 22). После того, как проплавлена вся длина стыка и сварочная ванна закристаллизовалась, снимают усилие прижатия и вытаскивают деталь.

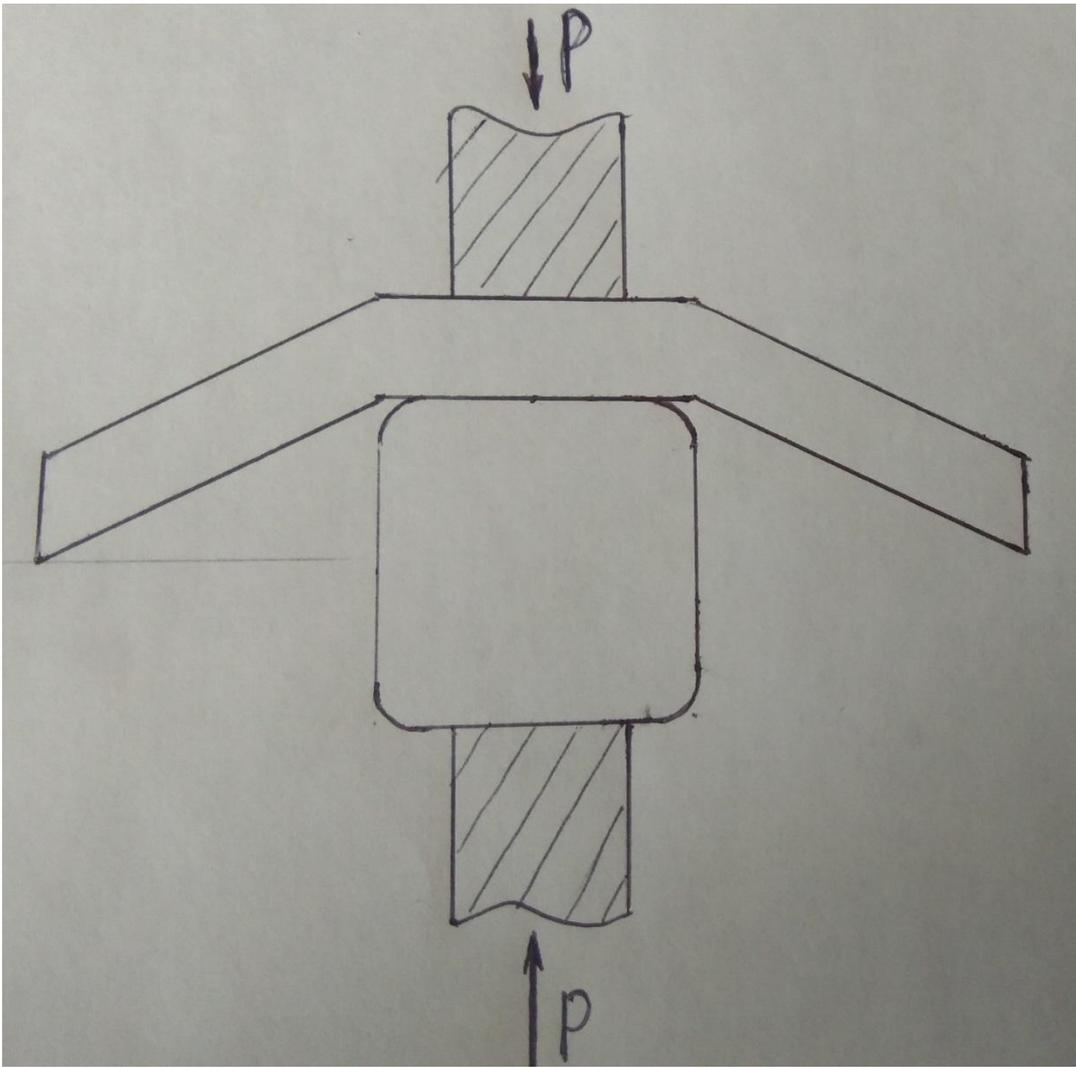


Рисунок 21 – Сборка деталей в тисках

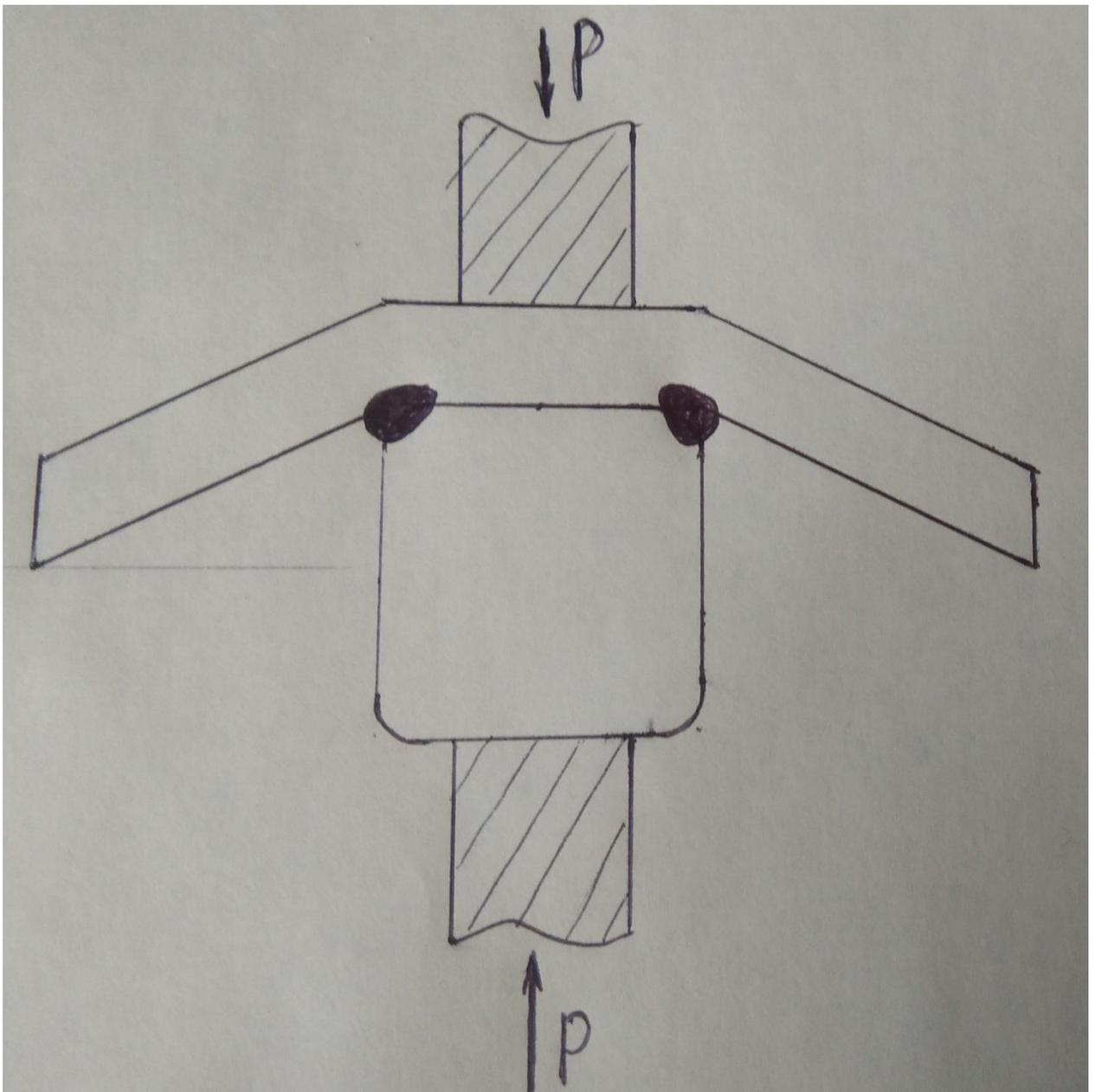


Рисунок 22 – Сварка деталей

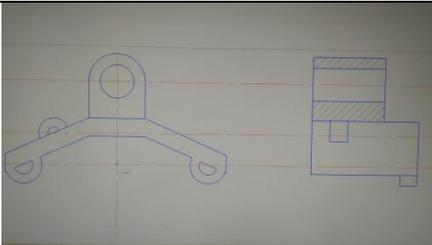
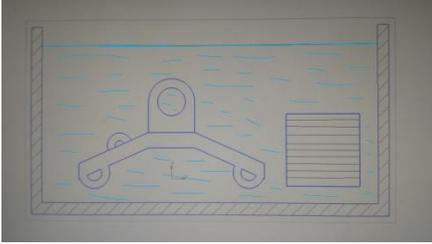
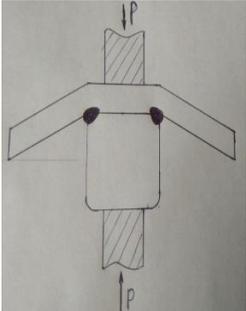
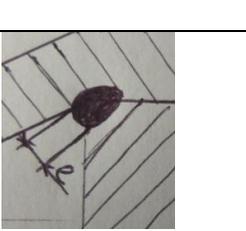
Контроль качества

Сваренные детали подвергаются контролю качества. Все сварные швы контролируются визуально. Выявленные недопустимые дефекты необходимо удалить, зачистить, исправить, заварить. Все сварные соединения проверяют капиллярным методом при помощи набора ДНК-4. По всей длине сварного шва наносится капиллярная краска, образцы выдерживаются для проникновения краски в поры, трещины и прочие поверхностные дефекты. Шов протирают ветошью и наносят проявитель. Делают выводы о характере,

количестве и размере дефектов. Изделия с недопустимыми дефектами бракуются.

Таким образом, проектная технология сборки и сватки тормозного устройства с вешалкой позволит установить систему тросов и вывести их на ручное управление. Технологический процесс представлен на чертеже и в таблице 4.

Таблица 4 – технология сварки тормозного устройства

№	Наименование операции	Эскиз	Оборудование, материалы	Режим обработки	Технологические требования
1	Входной контроль		Штангенциркуль	Измерение геометрических параметров	Размеры основания тормозного устройства должны соответствовать чертежу. ± 1 мм
2	Удаление Al_2O_3 2.1Обезжиривание 2.2Травление 2.3Пассивация		Ванна, 5-10 г/л NaOH, 40-50 г/л тринатрийфосфата, 5 г/л натриевого жидкого стекла (Na_2SiO_3)	$T^\circ=60-70^\circ C$, $t=5-7$ мин	Время хранения подготовленных деталей – 24 часа, присадочной проволоки - 8 часов
3	Сборка		Сборочно-сварочный стенд, тиски	Усиление = 45 кг	Зажать сварочные детали в соответствии с схемой
4	Сварка		ИП-УДГ-301У2 РГА-150 Аргон	$I_d=140A$; $U_d=18B$; $d_{пп}=2-3$ мм; $v_{св}=5-8$ м/ч; $Q_{Ar}=7-8$ л/мин	По 2 прохода. Шов полномерный по всей длине
5	Контроль качества		Лупа с 4-х кратным увеличением, штангенциркуль, ДНК-4, ветошь, проявитель	$T=5-7$ vby $E= \pm 0,5$ мм	Отсутствие дефектов, трещин, пор

4. Безопасность и экологичность технологического объекта [24]

4.1 Планировка участка

Сварка основания тормозного устройства к вешалке производится в закрытом помещении РАД с присадкой. Участок сварки выглядит согласно схеме на рисунке 23.

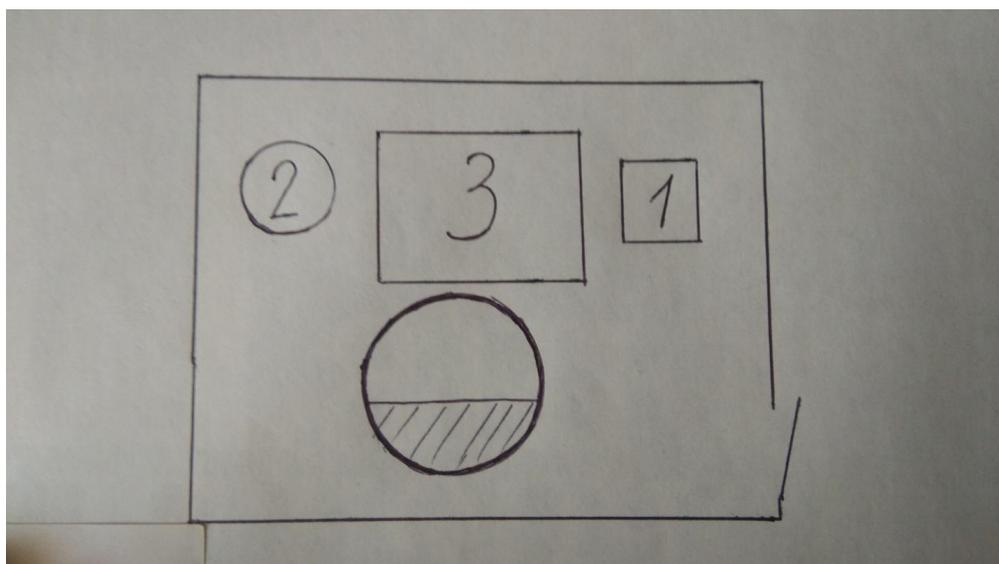


Рисунок 23 – Схема участка для сварки

На схеме показаны следующие элементы.

1. Защитный газ.
2. Источник питания.
3. Сварочный стенд .

4.2 Технологический процесс

Технологический процесс, представленный в выпускной квалификационной работе, состоит из следующих операций. Вешалка устанавливается на стенде в тиски. Основание тормозного устройства приваривается неплавящимся электродом в среде аргона. После сварки производится 100% визуальный измерительный контроль.

4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы сопутствующие процессу сварки деталей могут привести к травмам, либо оказывать плохое влияние на здоровье сварщика. В процессе сварки могут присутствовать следующие факторы – высокая температура, наличие газов, излучение, сопутствующее дуге.

Опасные и вредные факторы присутствуют при следующих технологических операциях:

- Начальное возбуждение дуги,
- Сварка,
- Заварка кратера.

Анализ опасных и вредных факторов на производстве приведен в таблице 5

Таблица 5 - Анализ опасных и вредных факторов

№ п/п	Операции	Источник опасности	Факторы
1	Начальное возбуждение дуги	Высокая температура дуги, излучение	повышенное инфракрасное и ультрафиолетовое излучение
2	Сварка	Источник питания, дуга	Напряжение XX (до 70В), электрический ток более 100А, излучение дуги

3	Заварка кратера	Источник питания, дуга	Высокая температура поверхностей свариваемых деталей, повышенное инфракрасное и ультрафиолетовое излучение
---	-----------------	------------------------	--

4.4 Мероприятия по уменьшению влияния опасных факторов

Мероприятия по снижению влияния опасных факторов приведем в таблице 6

Таблица 6 - Мероприятия по снижению влияния опасных факторов

№ п/п	Операции	Факторы	Мероприятия
1	Начальное возбуждение дуги	Высокое напряжение	Инструктаж, спецодежда, перчатки, защитные очки Заземление, изоляция
2	Сварка	1) Высокая температура деталей 2) Высокое напряжение 3) Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение	1) Спецодежда, перчатки 2) Заземление, изоляция 3) Маска сварщика, спецодежда сварщика 4) Вентиляция, респираторы
3	Заварка кратера	1) Высокая температура деталей 2) Высокое напряжение 3) Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение	1) Маска сварщика, спецодежда сварщика 2) Вентиляция, респираторы Инструктаж,

			предупреждающие надписи
--	--	--	----------------------------

При сварочных работах необходимо проведение периодических инструктажей по технике безопасности на рабочем месте. Основные рекомендации и требования отражены в типовой инструкции по охране труда монтажника наружных трубопроводов ТИ РО-040-2003, а также в СНиП III-A.11-62.

Заключение по разделу

В процессе выполнения раздела 4 выпускной квалификационной работы выявлены вредные и опасные факторы, присутствующие при сварке основания тормозного устройства лонгборда и вешалки, которые могут нести опасность для здоровья сварщика.

Определены методы устранения опасных факторов и снижения их влияния. В результате выбраны мероприятия, которые повысят безопасность при сварке основания тормозного устройства лонгборда с вешалкой.

Благодаря предложенным мероприятиям и соблюдении сварщиком правил техники безопасности и технологического процесса, можно исключить риск получения травм. Поэтому для данного объекта не требуется разработка специальных средств коллективной защиты.

5. Экономическое обоснование

При разработке технологии сварной конструкции сравнивают несколько способов сварки по тем или иным показателям для выбора наилучшего варианта. Расход электроэнергии, сварочных материалов и затраты по этим статьям входят составной частью в себестоимость изготовления сварной конструкции, а сама себестоимость нередко является одним из основных показателей эффективности при оптимизации технологического процесса [26].

В связи с тем, что расчет себестоимости достаточно трудоемок и требует подробной разработки технологического процесса, сравнение способов сварки по затратам на расход электроэнергии и сварочных материалов имеет самостоятельное значение для ориентировочной оценки при выборе способа.

В настоящей работе оценивается способ сварки сплава алюминия вольфрамовым электродом по расходу электроэнергии и сварочных материалов, а так же затраты по этим статьям на метр шва.

5.1 Расход сварочных материалов и электроэнергии на 1 метр сварного шва

Расход электроэнергии и сварочных материалов определяем при сварке однофазной свободной дугой согласно работе [26].

При определении расхода присадочной проволоки $H_{\text{п}}$ для сварки однофазной дугой в диапазоне толщин 5-16мм принимаем: ширину шва $e=1,4\delta$ (δ – толщина материала, мм) , высоту усиления шва $q=0,1e$, ширину проплава $e_1=0,5e$ (рисунок 23). Для $\delta=5-10\text{мм}$ высота усиления проплава $q_1=1,6\text{мм}$, для $\delta>10\text{мм}$ $q_1=2\text{мм}$. Площадь поперечного сечения усиления шва заменяем площадью треугольника с основанием e и высотой q , площадь поперечного сечения проплава – площадью треугольника с основанием e_1 и высотой q .

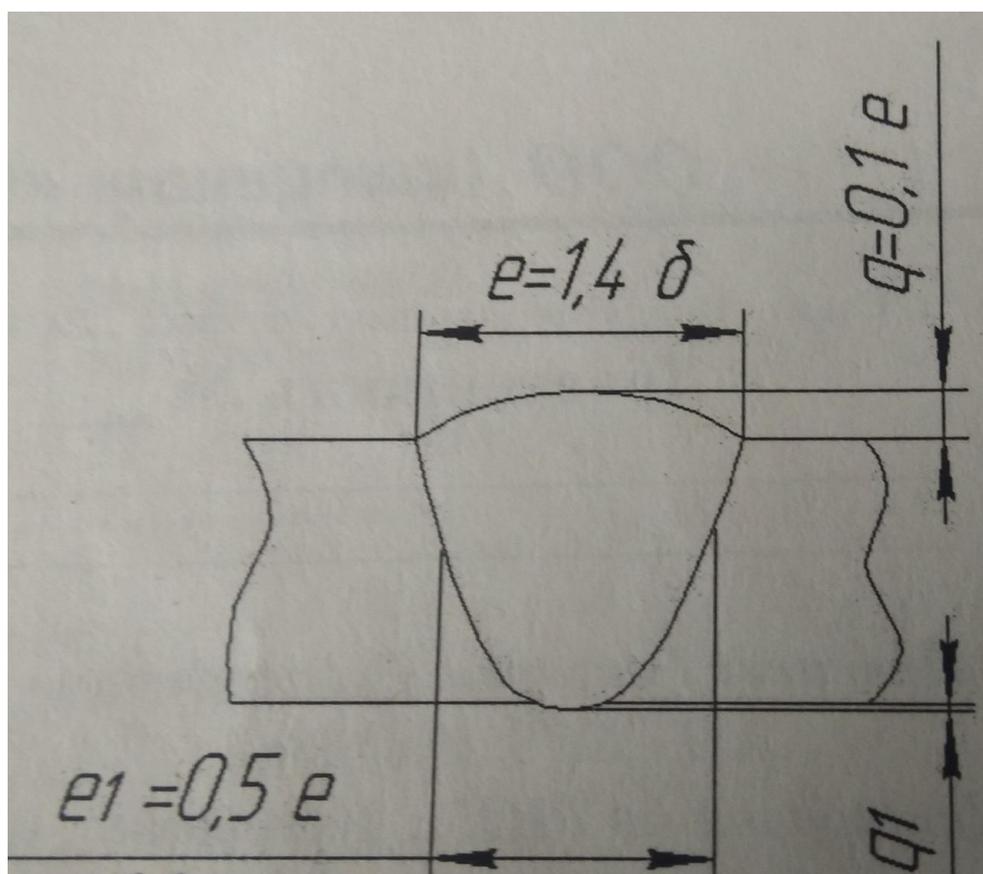


Рисунок 23 – Размеры сварного шва

Для материала толщиной $\delta < 8\text{мм}$

$$N_p = V_{\text{п}} / V_{\text{св}} * \gamma * \pi d_{\text{п}}^2 / 4 \quad (1)$$

где $v_{\text{п}}$ – скорость подачи присадочной проволоки;

$V_{\text{св}}$ - скорость сварки;

$d_{\text{п}}$ – диаметр присадочной проволоки;

γ - плотность материала АМГЗ, равная 2.64 г/см^3 .

Для материала толщиной $\delta \geq 8\text{мм}$

$$N_p = 0.5 \gamma l (e q + e_1 q_1), \quad (2)$$

где l – длина сварного шва, равная 1 м.

При определении расхода электроэнергии для однофазной свободной дуги в диапазоне токов сварки 80-300 А принимаем неизменным и равным 10В.

Таблица 7 – Расход сварочных материалов для сварки сплава алюминия вольфрамовым электродом на 1 метр шва

Толщина материала, мм	Расход присадочной проволоки, кг/м	Расход аргона, л/м	Расход вольфрамовых электродов $H_3 \cdot 10^{-4}$, кг/м	Расход электроэнергии	Затраты на электроэнергию и сварочные материалы на метр шва, руб.
2	0,016	35	2	0,1	134
4	0,018	75	5	0,2	278
6	0,023	110	7	0,4	406
8	0,030	145	7,8	0,6	534
10	0,040	185	7,8	0,9	681

В связи с большим разбросом исходных данных эти затраты для каждого способа сварки можно считать прямо пропорциональными толщине свариваемого материала и при ориентировочных оценках воспользоваться соотношением $Z_0 = k\delta$, где Z_0 – суммарные затраты на метр шва по расходу электроэнергии и сварочных материалов, руб.; k – коэффициент пропорциональности, равный 0,045 (при сварке свободной однофазной дугой материалов 2-10мм).

В таблице 8 представлены округленные значения удельных затрат по каждой статье расхода в зависимости от толщины металла и от способа сварки.

Таблица 8 – Удельные затраты по статьям расхода в суммарных затратах на метр шва, %

Статья расхода	Толщина материала, мм	
	4	8
Аргон	70	70
Присадочная	20	20

проволока		
Вольфрамовый электрод	8	7
Электроэнергия	2	3

5.2 Технологическая себестоимость 1 метра сварного шва

В таблице 9 приведены усредненные цены материалов, расходуемых в процессе сварки.

Таблица 9 – Цены на сварочные материалы

№ п.п.	Сварочный материал	Единица измерения	Цена, руб.
1	Основной металл	Кг	140
2	Вольфрамовый электрод	Кг	5400
3	Присадочная проволока	Кг	560
4	Аргон	Л	3,54
5	Электроэнергия	кВт*ч	1.15

Рассчитываем себестоимость одного метра сварного шва в зависимости от толщины основного металла (таблица 10).

Таблица 10 – Технологическая себестоимость одного погонного метра сварного шва

Толщина материала, мм	Затраты на электроэнергию и сварочные материалы на метр шва, руб.	Технологическая себестоимость одного метра сварного шва, руб.
2	134	210
4	278	430
6	406	633
8	534	836
10	681	1060

Проанализировав полученные результаты, приходим к выводам.

1. Затраты на метр шва прямо пропорциональны толщине свариваемого материала.

2. В суммарных затратах преобладающее значение имеют расходы на защитный газ, что указывает на важность мероприятий по его экономии и, в частности, по определению оптимальных расходов при сварке.

3. Одним из путей уменьшения расходов и затрат по всем статьям является обоснование и обеспечение минимально допустимых размеров шва, исходя из работы сварных соединений.

Заключение

Развитие экстремальных видов спорта таких, как лонгбординг, который связан со скоростными спусками, выносит на повестку дня создание тормозных устройств.

Анализ современных конструкций лонгбордов показал, что на сегодняшний день ни одна из стран (США, Канада, Китай, Россия) не выпускает лонгборды с тормозными устройствами.

В связи с этим в выпускной квалификационной работе предложена конструкция тормозного устройства. Эта конструкция состоит из подвижной тормозной колодки из низкоуглеродистой стали Ст3 оригинальной конструкции, основания тормозного устройства из сплава АМг3, которое соединено с деталью «вешалка» неразъемным сварным соединением, так как вешалка выполнена из того же сплава.

Разработан проект технологии сборки и сварки тормозного устройства неплавящимся электродом с присадкой в среде защитного газа аргона.

В разделе безопасность и экологичность технологического объекта разработано рабочее место сварщика с указанием опасных и вредных факторов. Приведен перечень мероприятий, снижающих воздействие вредных факторов на сварщика.

В разделе экономическое обоснование произведен расчет себестоимости одного погонного метра шва при сварке неплавящимся электродом в среде защитного газа аргона.

Тормозное устройство позволит снизить риски при скоростных спусках.

Список используемой литературы и источников

- 1.Белов А.С. Земные нужды крылатого металла [Текст] - М. : Известия, 1982. - 144 с.
- 2.Алюминий. Под ред. А.Т.Туманова, Ф. И. Квасова, И.Н. Фридляндера [Текст] – МЛ : Metallurgia, 1972.- 662 с.
- 3.Алюминий. Свойства и физическое металловедение. Справочник под ред. Дж. Е. Хэтча и И.Н Фридляндера [Текст]- М. : Metallurgia, 1989.- 328 с.
- 4.Бродский А.Я. Аргоно-дуговая сварка вольфрамовым электродом [Текст] - М. : Машгиз, 1956. - 395 с.
- 5.Применение алюминиевых сплавов. Справочник. [Текст] - М. : Metallurgia, 1973. -280 с.
- 6.ГОСТ 4784-97 Межгосударственный стандарт. Алюминий и сплавы Алюминиевые деформируемые. Марки [Текст]- Минск. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. -11с.
- 7.ГОСТ ГОСТ 21631-76 Межгосударственный стандарт. Листы из алюминиевых сплавов.Технические условия [Текст] - М. : ИПК издательство стандартов, 2002. - 27 с.
- 8.Алюминиевые сплавы. Промышленные, деформируемые, спеченные и литейные сплавы. Справочное руководство [Текст] - М. : Metallurgia, 1972. - 552 с.
- 9.Оботуров В.И., Толкачев Ю.И. Некоторые особенности образования и разрушения окисных плен при аргоно-дуговой сварке алюминиевых сплавов [Текст] // Сварочное производство. - 1974. - № 11. - С. 26-29.
- 10.Никифоров Г.Д., Махортова А.Г. Условия возникновения пор при сварке алюминия и его сплавов. // Сварочное производство. - 1961. - №3. - С. 8-11.
- 11.Никифоров Г.Д., Силантьева С.А., Каипов Г.Е. О мерах борьбы с пористостью при сварке [Текст] // Сварочное производство. - 1963. - № 1. - С. 13-16.
- 12.Никифоров Г.Д. Metallurgia сварки плавлением алюминиевых сплавов [Текст] - М. : Машиностроение, 1972. - 263 с.
- 13.Терентьев И.М., Слюсаревский В.В. Влияние технологических параметров на качество металла сварных соединений сплава АМгб [Текст] // Сварочное производство. - 1971. - № 4. - С. 28-30.
- 14.Руссо В.Л. Сварка алюминиевых сплавов в среде инертных газов [Текст] - Л. : Судпромгиз, 1962. - 158 с.

15. Рабкин Д.М., Игнатъев В.Г., Довбищенко И.В. Дуговая сварка алюминия и его сплавов [Текст] - М. : Машиностроение, 1982. - 93 с.
16. Савин И.М. Современные способы сварки алюминия и его сплавов толщиной 2-6 мм [Текст] // Автоматическая сварка. - 1961. - №4. - С. 91.
17. Справочник по сварке. Под ред. Соколова Е.В. Т.1 [Текст] - М. : Машгиз, 1960. - 555 с.
18. ГОСТ 14806-80. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Текст] - Санкт-Петербург. : ИПК издательство стандартов, 1991. - 35 с.
19. Рабинович И.Я. Оборудование для дуговой электрической сварки. Источники питания дуги [Текст] - М. : Машгиз, 1958. - 376 с.
20. Короткова Г.М. Источники питания для сварки. Учебное пособие [Текст] : Учеб. пособие / Г.М. Короткова, Р.А. Цепенев. - Куйбышев : КуАИ, 1978. - 39 с. : ил. ; Библиогр. : 23 с. - 200 экз.
21. Mayr O. Beitrag zur Theorie der statischen und dynamischen Lichtbogen // AfE.1943.- Bd. 37.- e. 588.
22. Cassie A.M. A New Teory of Arc. Rupture and Circuit severity. - CiGRE, 1939. - N 102.
23. Самервил Дж.М. Электрическая дуга. Перевод с английского. Под ред. Л.Ю. Абрамовича [Текст] - М.-Л. : ГЭИ, 1962. - 119 с.
24. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: Уч.-методическое пособие. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2016. - 33 с.
25. Егоров, А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по подготовке бакалавра и специалиста : учеб.-метод. пособ. / А.Г.Егоров, В .Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А.Живоглядова оров – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. - 99с.
26. Краснопевцева , И.В. Экономическая часть дипломного проекта: учеб. – метод. пособие / И.В. Краснопевцева. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 40 с.
27. Nd:YAG pulsed laser welding of dissimilar metals of titanium alloy to stainless steel: Pulsed laser welding of TC4 titanium (Ti) alloy to SUS301L stainless steel. Y. Zhang, D. Q. Sun, X. Y. Gu, H. M. Li in The International Journal of Advanced Manu... (2017)
28. The effects of electrode force, welding current and welding time on the resistance spot weldability of pure titanium. Yakup Kaya, Nizamettin Kahraman in The International Journal of Advanced Manu... (2012)

29. Microstructure and joining mechanism of Ti/Al dissimilar joint by pulsed gas metal arc welding. Wei Shouzheng, Li Yajiang, Wang Juan... in The International Journal of Advanced Manu... (2014)

30. Improving of interfacial microstructure of TiAl joint during GTA welding by adopting pulsed current. Wei Shouzheng, Li Yajiang, Wang Juan... in The International Journal of Advanced Manu... (2014)