

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2019 г.

Разработка технологии сварки ковша для погрузочно-доставочной
Машины МПД-4

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2019. ПЗ ВКР**

Руководитель работы

_____ Должность

_____ Подпись

_____ И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы
студент группы П-440

Валиева А.Р

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролёр
старший преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск, 2019

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ	7
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Анализ конструкции изделия.....	8
1.2 Материал изделия	11
1.3 Технические требования	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	15
2.1 Базовый вариант технологического процесса.....	15
2.1.1 Раскрой листового металлопроката	40
2.1.2 Листовая гибка металла	40
2.1.3 Токарная обработка.....	40
2.1.4 Сборка и сварка	40
2.1.5 Контроль качества сварных соединений	40
2.1.6 Покраска.....	40
2.1.7 Процесс наплавки.....	40
2.1.8 Предложения и рекомендации по результатам анализа базовой технологии	40
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.....	20
2.3 Оценка свиваемости	25
2.4 Выбор способа сварки	25
2.5 Выбор сварочных материалов	27
2.6 Расчет режимов сварки	28
2.7 Выбор сборочного и сварочного оборудования	40
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	44
3.1 Способы и средства контроля качества.....	44
3.2 Допустимые и недопустимые дефекты	45
3.3 Оборудование для контроля качества	48
3.4 Методика контроля.....	52
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	54

4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов.....	54
4.2 Техника безопасности при производстве сврочных работ.....	56
4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда.....	57
4.2.2 Обеспечение электрической безопасности.....	59
4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности	60
4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами	62
4.4Планировка оборудования и рабочих мест цеха(участка)	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	66
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Сварка – один из наиболее широко распространённых технологических процессов, с помощью которого соединяют между собой различные металлические материалы их сплавы. С помощью сварочных технологий создаются функциональные покрытия на поверхности изделий сложной геометрии, восстанавливаются изношенные детали, проводится усиления несущих металлоконструкций зданий и сооружений в ходе реновации объектов капитального строительства.

Высокая производительность сварочных процессов, хорошее качество сварочной продукции, а также эффективное использование основного и сварочного материалов способствует тому, что сварочные технологии относятся к ведущим технологическим процессам при создании валового национального продукта промышленно развитых стран.

В настоящей выпускной квалификационной работе рассмотрен технологический процесс производства ковша погрузочно-доставочной машины МПД-4, внесены изменения в целях повышения качества изделий и производительности труда.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- на основе анализа действующего технологического процесса и литературных данных выбрать наиболее рациональный способ сварки;
- предложить перейти на другую технологию производства с износостойкими материалами;
- выбрать соответствующее оборудование;
- спроектировать приспособление для сборки – сварки ковша МПД-4.

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия

Машина МПД-4 (рис 1.1) предназначена для погрузочно-доставочных работ и монтажа оборудования с помощью сменных рабочих органов в подземных горных выработках рудников, а также перемещения сыпучих материалов на небольшие расстояния. Его основным рабочим органом является ковш.

Ковш для МПД-4 (рис 1.2)- это навесное оборудование для погрузчиков, которая применяется в шахте, для выполнения погрузочно-разгрузочных операций с горными массами. Размеры ковша 2125×2600 мм, толщины от 12-40 мм.



Рисунок 1.1 – Машина погрузочно-доставочная МПД-4

Машина МПД-4 рассчитана на эксплуатацию при температуре окружающего воздуха от - 35 до +35 °С. Технические характеристики погрузочно-доставочной машины приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Технические характеристики машины погрузочно-доставочной МПД-4.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Показатель	Значение
Эксплуатационная масса, кг	29500
Колесная формула	4×4
Масса снаряжения, кг	2467,24
Грузоподъемность, т	9
Вместимость ковша, м ³	
-геометрическая	3
-номинальная	3,5
Максимальная скорость движения, км/ч	25
Вырывное устройство, кН (кг·с)	
-по гидроцилиндрам подъема стрелы	214,9 (21490)
-по гидроцилиндрам поворота ковша	162,1(16210)
Двигатель	DEUTZ, F10L413FW
Мощность при 2300 мин ⁻¹ , кВт (л.с.)	170(231)
Система очистки отработавших газов	двухступенчатая
Трансмиссия	фирмы DANA SON (Clark)
Гидротрансформатор	C5402
Гидромеханическая коробка передач	R32421
Мосты	ведущие серия 19D2748
Рама	шарнирно сочлененная
-угол складывания секций, град	±42
Подвеска	
-переднего моста	жесткая
-заднего моста	балансирная , ±10 град
Шины	18.00-25
Рулевое управление	гидравлическое
Тормозные системы	
-рабочая	многодисковые охлаждаемые тормоза Posi – Stop

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.139.00 ПЗ

Лист

10

	(пружинное включение, гидравлическое отключение)
-стояночная	многодисковые охлаждаемые тормоза Posi – Stop
Электрооборудование, В	24
Кабина	одноместная открытая
Гидроаппараты	фирм BOSCH REXROTH, PARKER, DAWID BROWN
Давление в гидросистеме, бар	
-рулевого управления	150
-рабочего оборудования	185

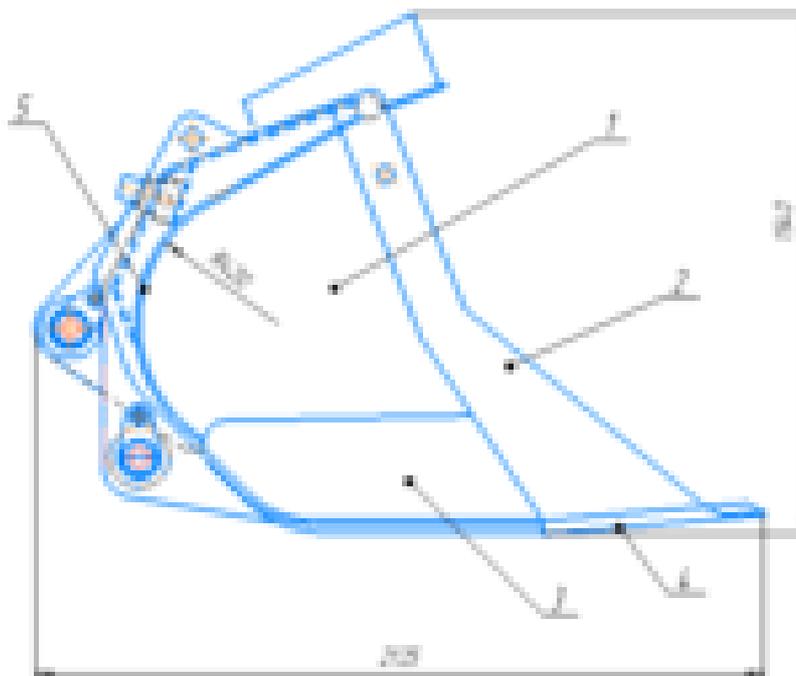


Рисунок 1.2 – Ковш машины МПД-4.

1-боковина, 2-пластина, 3-накладка, 4-лезвие, 5- дно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.139.00 ПЗ

Лист

11

1.2 Материал изделия.

В базовом варианте ковш машины МПД-4 изготавливается из стали марки 09Г2С по ГОСТ 19281-2014. Эта сталь относится к группе конструкционных сталей для сварных конструкций, низколегированная кремнемарганцовистая, имеет хорошую свариваемость, сварка производится без подогрева и без последующей термообработки. Химический состав и механические свойства стали приведены в таблице 1.2 и в таблице 1.4.

Для режущих элементов ковша, таких как лезвие, пластина и накладка используют конструкционную низколегированную хромокремненикелевую с медью сталь 10ХСНД по ГОСТ 6713-91. Данная марка стали используется для изготовления сварных конструкций, деталей, работающих в интервале температур $-70 +450^{\circ}\text{C}$, к которым предъявляются повышенные требования по прочности, стойкости к коррозии при ограничении массы, относятся к разряду хорошо свариваемых. Химический состав и механические свойства стали приведены в таблицах, 1.3, 1.5.

Таблица 1.2 – Химический состав 09Г2С в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V	N	Cu	As
до 0.12	до 0.8	до 1.7	до 0.3	до 0.035	до 0.03	до 0.3	до 0.12	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Примечание – Содержание химических элементов приведено в процентах

Таблица 1.3 – Химический состав 10ХСНД в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V	N	Cu	As
до 0.12	0.8- 1.1	0.5- 0.8	0.5- 0.8	до 0.035	до 0.03	0.6- 0.9	до 0.12	до 0.008	0.4- 0.6	до 0.08

Примечание – Содержание химических элементов приведено в процентах

Таблица 1.4 – Механические свойства 09Г2С при $T=20^{\circ}\text{C}$ для листа по ГОСТ 19281-2014.

Толщина, мм	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	δ , %	КСУ, кДж/м ²
10-30	430-490	265-345	21	590-640

Таблица 1.5 — Механические свойства 10ХСНД при T=20°C для листа по ГОСТ 6713-91.

Толщина, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %
30-40	390	530	19

1.3 Технические требования

Нужны технические требования ко всему изделию, а не только к сварным швам.

Облицовочный слой шва должен перекрывать основной металл на 1,5-2,5 мм с каждой стороны разделки без образования подрезов по кромкам и иметь усиление 1-3 мм.

Смещение наружных кромок толщиной стенки 12,0 мм и более не должно превышать 20% от нормативной толщины стенки, но составлять не более 3,0 мм. При толщине стенки менее 10,0 мм допустимое смещение наружных кромок составляет 2 мм.

В сварных соединениях не допускаются такие дефекты как:

- трещины всех видов и направлений;
- поры наружной поверхности шва;
- впадины (продольные или поперечные относительно шва)
- смещение и несовпадение кромок заготовок;
- несоответствие форм и размеров швов требованиям чертежей на изделие.

В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

– выявляемые при ультразвуковом контроле (УЗК):

а) не протяженные дефекты, амплитуда УЗ-колебаний от которых превышает амплитуду УЗ-колебаний от контрольного отражателя в СОП или суммарная условная протяженность которых в шве превышает 1/6 длины шва;

б) протяженные дефекты в сечении шва, амплитуда УЗ-колебаний от которых превышает амплитуду УЗ-колебаний от контрольного отражателя СОП или условная протяженность которых превышает 1/6 длины шва;

в) протяженные дефекты в корне шва, амплитуда УЗ-колебаний от которых превышает амплитуду УЗ-колебаний от контрольного отражателя в СОП или условная протяженность которых превышает 1/6 длины шва.

К непротяженным дефектам относятся дефекты, условная протяженность которых не превышает 10 мм.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

К протяженным дефектам относятся дефекты, условная протяженность которых превышает 10 мм.

Исправление дефектов в сварных швах производится:

а) если размеры дефектов превышают величины — путем полного удаления дефекта с последующей заваркой;

б) если длина трещины или их суммарная длина превышает 8% длины шва, то шов полностью удаляется и заваривается вновь.

После исправления сварной шов должен пройти контроль качества.

В местах ремонта допускается увеличение ширины шва до 10 мм, высоты выпуклости до 1,5 мм.

Ремонт сварных швов должен производиться по инструкциям предприятия изготовителя, утвержденной в установленном порядке.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

Технологический процесс изготовления ковша погрузчика состоит из следующих последовательных операций: раскрой металла, листовая гибка, токарная обработка, сборка и сварка, контроль качества, покраска, наплавка.

2.1.1 Раскрой листового металлопроката.

В базовом варианте технологического процесса применяют групповой метод раскроя: вначале из листа вырезают крупные заготовки на гильотинных ножницах, затем из деловых отходов раскраивают детали средней величины, а обрезки используют для изготовления мелких деталей.

Раскрой деталей толщиной до 20мм, таких как боковина, дно, накладка, ребра, производят на гильотинных ножницах. Принцип работы: листовой металл попадает на рабочий стол, прижимное устройство фиксирует металл, и включается привод, верхний нож опускается и вместе с нижним ножом разрезает материал.

Производится резка металла кислородно-пропановым резаком, она востребована в ситуации когда возникает необходимость в разрезании металла значительной толщины или создании изделий по шаблонам. Она применяется для таких деталей как, лезвие, пластина, кронштейны.

Рассмотрим процесс подробнее: металл разогревают до нужной рабочей температуры, подается режущий кислород в виде узкой струи под высоким давлением. Он приводит к непрерывному образованию окислов металла по всей его толщине. Резак перемещается и сжигает струей кислорода металл, удаляя, по пути, продукты горения. В результате — образуется линия реза. Подогревающий газ применяется только до разогрева рабочей зоны на поверхности обрабатываемой детали до температуры горения металла. На втором этапе он не нужен- необходимый температурный режим поддерживается кислородом.

2.1.2 Листовая гибка металла.

Листовая гибка осуществляется на четырехвалковой листогибочной машине. Она необходима для гибки дна ковша. Принцип работы состоит

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

из предварительной гибки детали, которую зажимают на листогибочном станке, затем деталь сгибают до нужных углов. В конце работы обрезают деталь, корректируя и подгоняя для необходимой формы.

2.1.3 Токарная обработка.

К наиболее распространенным способам изготовления деталей с заданными геометрическими параметрами относится токарная обработка металла. Суть данного способа, позволяющей также получать поверхность с требуемой шероховатостью, заключается в том, что с заготовки убирают лишний слой металла. В базовом технологическом процессе токарная обработка применяется для кронштейна ковша.

2.1.4 Сборка и сварка.

Этап сборки ковша начинается с зачистки. Зачистка нужна для того, чтобы подготовить все детали для сварки, что обеспечит отличное качество ковша.

После зачистки идет предварительная сборка. Детали ковша нужно соединить и прихватить ручной дуговой сваркой, чтобы убедиться в отсутствии отклонений. Прихватка выполняется РДС, электродом Э42А, диаметром 1,2 мм. Собранный ковш тщательно проверяют: контролируют геометрические параметры ковша, качество зачистки кромок и сборки деталей под сварку. Только после этого производят сварку изделия. Выполняется механизированной сваркой в CO₂, оборудование и материал: источник КИГ-401, сварочный полуавтомат ПДГ-516М, сварочная проволока Св08Г2С, диаметром 1,6 мм. Режимы сварки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1— Режимы сварки для базового варианта технологического процесса.

Запор, мм	Число проходов	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение сварки, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Расход газа л/мин
2	1	1,6	380	33	15	12	12

2.1.5 Контроль качества сварных соединений .

При производстве ковшей компания уделяет максимальное внимание вопросам качества продукции. Специалисты службы качества проверяют: качество поставляемого металла, соблюдение технологии резки и сварки металла, соответствие всех геометрических размеров изделия, качество сварных швов, качество покраски. По итогам проверки Служба качества выписывает на каждую единицу изготовленной продукции паспорт изделия, в котором указывается дата, заводской номер, условия эксплуатации изделия и период гарантии.

Применяется 100% визуально-измерительный контроль с помощью набора ВИК «Сварщик» и ультразвуковой контроль в объеме не менее 0,5% длины швов, а также конструкции, методы и объемы контроля которых предусмотрены дополнительными правилами и чертежами КМ, на дефектоскопе УД2-70

2.1.6 Покраска.

Подготовка изделия к покраске осуществляется в дробеструйной камере. При помощи абразивоструйной очистки с металлических конструкций удаляют старую краску, ржавчину и другие загрязнения. Кроме того, при струйной очистке удаляется вторичная окалина, которая образуется на новой стали. Покраска изделия происходит с помощью аппарата для безвоздушного окрашивания.

2.1.7 Процесс наплавки

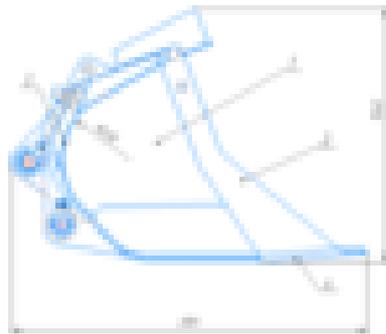
Режущая часть ковша выходила из строя через пол года, и для восстановления требовалась наплавка. Это процесс нанесение слоя металла или сплава на поверхность изделия посредством сварки плавлением. Она применяется для получения первоначальных размеров изношенных деталей. В итоге мы получаем металл, который по составу и механическим свойствам близок к основному металлу. Наплавка производится на лезвие и пластину ковша, ручной дуговой сваркой электродом марки Т-620 типа Э-320×23С2ГТР по ГОСТ 10051-75. Наплавка наносится сплошным слоем, толщиной не более 5 мм по всей поверхности детали

2.1.8 Предложения и рекомендации по результатам анализа базовой технологии.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

СРАВНЕНИЕ БАЗОВОГО И ПРОЕКТИРЧЕНОГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Базовый вариант

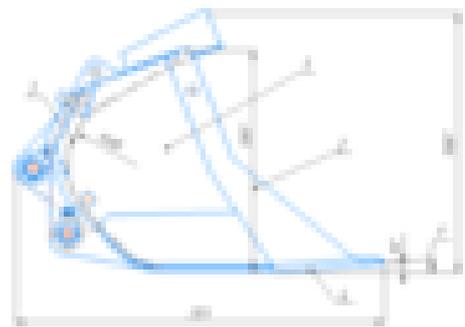


Ковш изготавливается из стали ВЧ 21. Для режущей элементной части как лезвие и ластовые используется сталь 12Х1НД (сро. службы 6 мес.).

Технологический процесс состоит из следующих последовательных операций:

1. Раскрой металла.
2. Ластовые губы 
3. Текучая обработка.
4. Сварка осуществляется РЭС 
5. Сварка МН в СО2, профилем СВ0МГ2С.
6. Чернение поверхности на предприятии заказчика.
7. Контроль шершавости наложенной поверхности.

Проектируемый вариант



Ковш изготавливается из стали ВЧ 21. Приспособлен замена стали для режущих элементов на более износостойкую сталь Hardox-400, при этом процесс наладки сложнее дороже и длительнее (сро. службы 1 год).

Технологический процесс изготовления ковшей по новому варианту состоит из следующих последовательных операций:

1. Раскрой металла на базовой металлотеке 
2. Ластовые губы: элемент работы губы без 
3. Сварка осуществляется МН 
4. Сварка МН, газ КТН, профилем СВ0МГ2С и СВ0С-6.
5. Контроль качества ВК и УЗК.

Рисунок 2.1 – Ковш

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.139.00 ПЗ

Лист

20

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

Порядок операций: раскрой металла, листовая гибка, токарная обработка, сборка и сварка, контроль качества, покраска.

Раскрой листового металлопроката: заготовки вырезают на гильотинных ножницах, и производится резка металла кислородно-пропановым резаком в зависимости от толщин деталей.

Листовая гибка металла: осуществляется на листогибочном вальце, другого радиуса в отличии от базового варианта.

Токарная обработка: методика изготовления деталей с заданными геометрическими параметрами, суть данной методики получать поверхность с требуемой шероховатостью. Он применяется для кронштейна ковша.

Сборка и сварка: этап сборки ковша начинается с зачистки. После зачистки идет предварительная сборка. Детали ковша нужно соединить и прихватить ручной дуговой сваркой, чтобы убедиться в отсутствии деформации. Только после этого происходит полная сварка изделия.

Порядок сборки и сварки ковша выглядит следующим образом:

- 1) К боковине прихватывают пластину.
- 2) Сборка дна и боковин с пластиной.
- 3) К пластине и дну присоединяют лезвию.

Далее производится контроль качества сварных соединений: специалисты службы качества проверяют качество поставляемого металла, соблюдение технологии резки и сварки металла, соответствие всех геометрических размеров изделия, качество сварных швов, качество покраски.

Покраска: покраска изделия происходит с помощью аппарата для безвоздушного окрашивания.

В проектируемом варианте происходит замена режущей части ковша. Для лезвии и пластины используют сталь марки Hardox. Hardox- 400 – легированная горячекатаная сталь, которая относится к классу конструкционных сталей твердостью 400 НВ. В процессе производства сталь проходит закалку и отпуск. Производители сделали упор именно на устойчивость материала ко всем видам

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

износа. Благодаря этому срок эксплуатации изделий и конструкций из Hardox в несколько раз выше, чем у аналогичного металлопроката из других марок сталей. Кроме того, эта сталь отличается высокой вязкостью, хорошей свариваемостью и гибкостью, что делает ее оптимальной для проектов, которые требуют сочетания износостойкости и возможности холодной гибки. Химический состав и механические свойства стали приведены в таблице 2.2 и в таблице 2.3.

Таблица 2.2 – Химический состав Hardox- 400 в %

C	Si	Mn	Mo	S	P	Cr	V	Ni	B
до 0.22	до 0.7	до 1.6	до 0.6	до 0.01	до 0.025	до 1.4	до 0.12	до 1.5	до 0.004

Примечание – Содержание химических элементов приведено в процентах

Таблица 2.3 – Механические свойства Hardox- 400.

Толщины, мм	Твердость, МПа	σ_T , МПа	КСУ при - 40°С Дж	δ ,%
30-40	370-430	900-1100	45	10

В рамках данной работы рассмотрим только часть ковша представленную на рисунке 2.2.

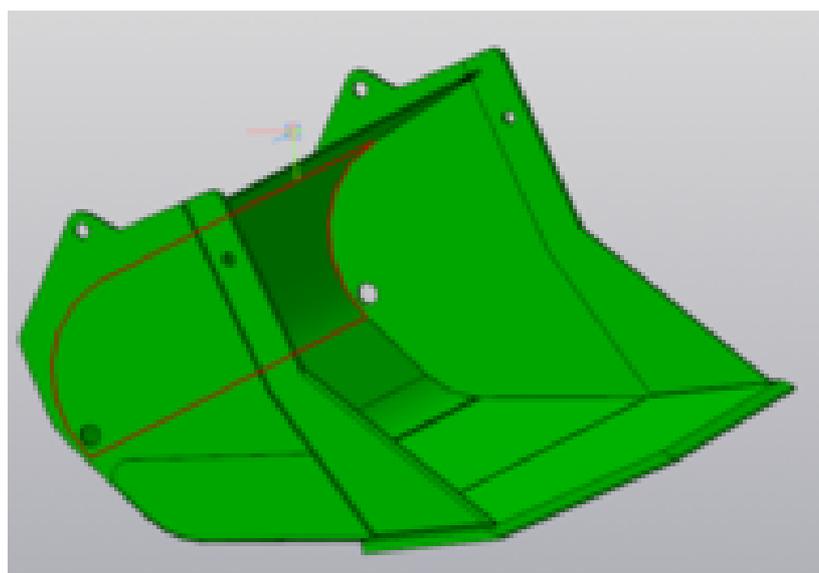


Рисунок 2.2 – Ковш

2.3 Оценка свариваемости сталей.

Для определения необходимости назначения предварительного подогрева с точки зрения образования горячих трещин, требуется рассчитать величину углеродного эквивалента по формуле:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10} = 0,12 + \frac{1,5}{20} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} = 0,245$$

09Г2С попадает в первую группу свариваемости $C_s = 0,24$, следовательно, подогрев перед сваркой не нужен.

Оценка свариваемости по горячим трещинам производим по формуле:

$$HCS = \frac{C \cdot \frac{S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}}{1000}}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} = \frac{0,12 \cdot \left(0,04 + 0,035 + \frac{0,5}{25} + \frac{0,3}{100}\right) \cdot 1000}{3 \cdot 1,3 + 0,3} = 2,8$$

Так как $HCS < 4$, то риск образования горячих трещин не возникает, следовательно, предварительный подогрев не нужен.

Рассчитаем $C_{\text{экв}}$ и HCS для Hardox- 400:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} = 0,2 + \frac{1,6 + 0,5}{10} + \frac{1,2}{20} + \frac{1,5}{40} = 0,35$$

Сталь попадает в группу ограниченно свариваемых. Требуется предварительный подогрев.

$$HCS = \frac{C \cdot \frac{S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}}{1000}}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} = \frac{0,2 \cdot \left(0,01 + 0,025 + \frac{0,7}{25} + \frac{0,5}{100}\right) \cdot 1000}{3 \cdot 1,6 + 1,2 + 0,6 + 0,12} = 2,02$$

Так как $HCS < 4$, то риск образования горячих трещин не возникает, следовательно, предварительный подогрев не нужен.

Помимо углеродного эквивалента для определения и оценки свариваемости сталей существует формула Ито-Бессю:

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo + V}{15} + 5B = \\ = 0,2 + \frac{0,7}{30} + \frac{1,6}{20} + \frac{0,5}{60} + \frac{0,6 + 0,12}{15} = 0,36$$

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

P_{CM} -коэффициент, характеризующий снижение прочности вследствие структурного преобразования сплава.

$$P_W = P_{CM} + \frac{H}{60} + \frac{K}{40 \cdot 104} = 0,36 + \frac{0,93}{60} + \frac{2760}{40 \cdot 104} = 1,03$$

где H -количество растворенного водорода в металле;

K -коэффициент интенсивности жесткости.

Исходя из этого требуется предварительный подогрев, для устранения возникновения холодных трещин в свариваемом соединении.

Расчет температуры предварительного подогрева выполним по формуле:

$$T = 350 * (C_{об} - 0,25)^{0,5} \quad (2)$$

где:

$C_{об}$ - общий углеродный эквивалент. Рассчитывается по формуле:

$$C_{об} = C'_{эkv}^{Cef} * (1 - 0,005t) \quad (3)$$

где:

$t = 40$ мм, толщина металла.

$$C'_{эkv}^{Cef} = C + \frac{Mn + Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{7Mo}{90} \quad (4)$$

$$C'_{эkv}^{Cef} = 0,2 + \frac{1,6 + 1,2}{9} + \frac{0,5}{18} + \frac{7 * 0,6}{90} = 0,59$$

$$C_{об} = 0,59 * (1 - 0,005 * 40) = 0,472$$

$$T = 350 * (0,472 - 0,25)^{0,5} = 164,9C$$

Назначим температуру предварительного подогрева $T = 165$ C

2.4 Выбор способа сварки

Для автоматизации производства и уменьшения влияния человеческого фактора на качество и количество производимых изделий необходимо выбрать такой способ, который будет отвечать следующим требованиям:

- качество сварного соединения
- трудоемкость сварки
- стоимость изготовления

Рассмотрим ручную дуговую, механизированную сварку в среде защитных газов и роботизированную сварку в виде таблицы (таблица 2.4)

Таблица 2.4 — Преимущества и недостатки рассматриваемых видов сварки.

Ручная дуговая	Механизированная	Роботизированная
<p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> -сварки в любых пространственных положениях и в местах с ограниченным доступом; -быстрый переход от одного свариваемого материала к другому; -возможность сварки самых различных сталей благодаря широкому выбору выпускаемых марок электродов; -простота и транспортабельность сварочного оборудования. 	<p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> -высокая производительность; -возможность сваривать различные типы металлов; -стабильность электрической дуги; -получение качественного сварного соединения; 	<p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> -широкие возможности настройки, такие как: выбор последовательности сварки, время подачи защитного газа, возможность корректировки геометрии шва; -универсальность и быстрая перестройка; -безопасность.

Недостатки: -низкая производительность; -качество соединений во многим зависит от квалификации сварщика;	Недостатки: -наличие световой и тепловой радиации дуги, следует надёжно защищать оператора, а это затратно	Недостатки: -потребность в обучении персонала; -жёсткие допуски на сборку и позиционирование.
---	---	--

Проанализировав эти методы (достоинства и недостатки) выбор сделан в пользу механизированной сварки. У роботизированной сварки много преимуществ, но при сборке ковша есть ограничения в доступе к месту выполнения сварного соединения. На предприятии уже имеется оборудование для механизированной сварки, поэтому переходить на роботизированную это затратно, а применять ручную дуговую сварку нецелесообразно из-за низкой производительности.

2.5 Выбор сварочных материалов

Выбрав подходящий метод сварки, выберем сварочные материалы, нам необходимо выбрать проволоку и газ для сварки.

Для участков, где свариваются детали 09Г2С-09Г2С, 09Г2С-Hardox предприятием была принята сварочная проволока Св-08Г2С по ГОСТ-2246-70. Химический состав проволоки Св-08Г2С (Таблица 2.5) и механические свойства (Таблица 2.6).

Таблица 2.5 – Химический состав проволоки Св-08Г2С.

C	S	P	Mn	Cr	Si	Ni
0.05- 0.11	до 0.025	до 0.03	1.8-2.1	до 0.2	0.7- 0.95	до 0.25

Примечание – Содержание химических элементов приведено в процентах

Таблица 2.6 – Механические свойства проволоки Св-08Г2С.

Предел текучести σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	Удлинение δ , %	KCV при - 20°C, Дж/см ²	KCU при - 60°C, Дж/см ²
400	510	22	47	43

Оценка свариваемости по горячим трещинам производим по формуле:

$$HCS = \frac{C \cdot \frac{S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}}{1000}}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} = \frac{0,18 \cdot \left(0,025 + 0,03 + \frac{0,95}{25} + \frac{0,25}{100}\right) \cdot 1000}{3 \cdot 2,1 + 0,2} = 1,62$$

Для участков Hardox-Hardox применяется проволока ER70S-6. Омедненная сварочная проволока ER 70S-6 изготовлена с более жесткими допусками геометрии, нежели отечественные аналоги, что способствует более устойчивому процессу сварки. Химический состав и механические свойства приведены в таблицах 2.7 и 2.8.

Таблица 2.7 – Химический состав проволоки ER70S-6.

C	S	P	Mn	Cu	Si
0.07-0.15	до 0.03	до 0.03	1.4-1.85	до 0.35	0.8-1.15

Примечание – Содержание химических элементов приведено в процентах

Таблица 2.8 – Механические свойства проволоки ER70S-6.

Предел временного сопротивления, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость KCV при 20°C, кДж/м ²	Толщина медного покрытия, мкм
500	420	22	90	100

Оценка свариваемости по горячим трещинам производим по формуле:[2]

$$HCS = \frac{C \cdot \frac{S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}}{1000}}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} = \frac{0,12 \cdot \left(0,03 + 0,03 + \frac{1}{25}\right) \cdot 1000}{3 \cdot 1,8} = 2,2$$

Так как HCS < 4, то риск образования горячих трещин не возникает, следовательно, предварительный подогрев не нужен.

Выбор защитного газа:

Учитывая рекомендации производителя сварочной проволоки, рассмотрим сварочный защитный газ. Два самых распространенных защитных газа для сварки стали механической сваркой – CO₂ (углекислый газ) и K18 (Ar+CO₂, сварочная смесь на основе аргона). Защитный газ позволяет должным образом выполнить сварочные работы в местах, где шов должен быть безупречным.

Углекислый газ оказывает на металл сварочной ванны окисляющее, а также науглероживающее действие. Препятствием для применения углекислого газа в качестве защитной среды являются поры в швах. Поры вызываются при кипении

затвердевающего металла сварочной ванны из-за выделения CO, вследствие недостаточной раскисленности металла.

Чистый аргон даёт отличные результаты при сварке цветных металлов. Тем не менее, этот газ в чистом виде даёт не вполне удовлетворительную характеристику при сварке черных металлов. Аргоновая дуга имеет тенденцию к прожогу.

Добавление к аргону 3-10% углекислого газа (вплоть до 25%) даёт заметное улучшение характеристики.

1. Сравнения сварки CO₂ и ArCO₂ (82 – 18%):

CO₂: дуга не стабильная, сильное разбрызгивание металла.

ArCO₂: дуга стабильная, шов аккуратный.

Заключение: При использовании смеси (Ar+CO₂) процесс сварки протекает «мягче» и значительно быстрее, шов получается ровнее, а сопрягаемая поверхность чище.

Результаты использования Ar+CO₂:

- 1) Увеличение производительности сварки за единицу времени;
- 2) Снижение потерь на разбрызгивание металла на 80%;
- 3) Заметное снижение количества брызг в районе шва для сварки (это очень важно, так как удаление брызг – трудоёмкая операция);
- 4) Увеличение глубины провара шва, снижение пористости металла;
- 5) Отсутствие пор в сварочном шве и, как следствие, повышение прочности конструкций.
- 6) Улучшение условий труда и существенное снижение неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Таблица 2.9 – Выбранные сварочные материалы.

Свариваемая деталь	Сварочная проволока	Газовая смесь
09Г2С, Hardox-400	СВ-08Г2С (диам. 1,2 мм), ER70S-6 (диам. 1,2 мм)	K18 (Ar -18% и CO ₂ -82%.)

2.6 Расчет режимов сварки

Сварку будем проводить на **постоянном токе**, оно обеспечивает получение сварного соединения более высокого качества по сравнению со сваркой на переменном токе. Из-за отсутствия нулевых значений тока повышается стабильность горения дуги, увеличивается глубина проплавления, снижается разбрызгивание, улучшается защита дуги, повышаются прочностные характеристики металла сварного шва, снижается количество дефектов шва, а пониженное разбрызгивание улучшает использование присадочного материала и упрощает операции зачистки сварного соединения от шлака и застывших брызг металла.

При сварке током **обратной полярности** концентрация температуры происходит на кончике электрода. То есть, основной металл при этом нагревается меньше. Поэтому этот режим в основном используют при соединении заготовок с небольшой толщиной.

При изготовлении ковша машины в рамках настоящего проекта будут рассматриваться такие соединения как, тавровое (Т1), (Т8) и одно и нестандартное соединение по ГОСТ 14771-76. Сварку производим механизированной сваркой в среде защитных газов.

Произведем расчеты параметров сварки для механизированной сварки в среде защитных газов нестандартного соединения, материал 09Г2С- Hardox-400, проволокой СВ-08Г2С (диам. 1,2 мм). Сварку будем проводить за два прохода:

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

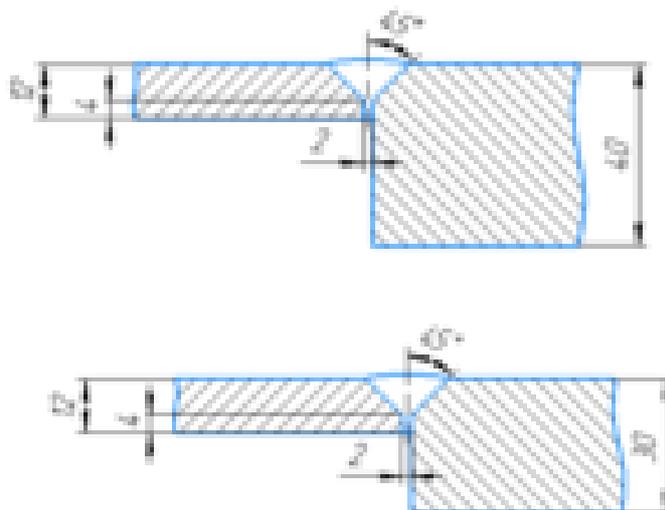


Рисунок 1.5 – Общий вид сварных швов №1 и №2

Рассчитаем силу сварочного тока:

$$I_{св} = 75 \cdot h_{np}, \quad (1.3)$$

$$I_{св} = 75 \cdot 5 = 350, A$$

Площадь наплавленного металла:

$$F_{нан} = 90 \text{ мм}^2$$

Найдем напряжение на дуге [3]

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1, \quad (1.4)$$

где $d_э$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 350 = 36, B$$

Плотность тока определим как:

$$j = 1,277 \cdot \frac{I_{св}}{d_э^2} \cdot \frac{A}{\text{мм}^2}. \quad (1.4)$$

$$j = 1,277 \cdot \frac{350}{1,2^2} = 310 \frac{A}{\text{мм}^2}.$$

Найдем скорость сварки

$$V_{св} = \frac{a_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_{НАП} \cdot \gamma}, \quad (1.7)$$

где a_n – коэффициент наплавки, $\frac{\Gamma}{\text{А} \cdot \text{ч}}$;

$\gamma=7,85$ – плотность металла, $\frac{\Gamma}{\text{см}^3}$.

Коэффициент наплавки a_n находится по формуле

$$a_n = a_p \cdot \left(1 - \frac{k}{100}\right), \quad (1.8)$$

где k – коэффициент потерь при переходе расплавляемой проволоки в сварной шов, %;

$a_p=11,6 \frac{\Gamma}{\text{А} \cdot \text{ч}}$ – коэффициент расплавления;

Определим коэффициент потерь k

$$k = B \cdot j \cdot 10^{-2} - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 - 4,72, \quad (1.9)$$

где B – коэффициент, значение которого зависит от состава активного защитного газа. Для смеси газов $B=17,3$;

$$k = 17,3 \cdot 310 \cdot 10^{-2} - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 310^2 - 4,72 = 0,02\%,$$

$$a_n = 11,6 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 16,2 \frac{\Gamma}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

$$V_{\text{СВ}} = \frac{16,2 \cdot 350}{3600 \cdot 79 \cdot 7,85} = 0,25 \text{ ,см/с}$$

Определим погонную энергию $q_{\text{п}}$:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{СВ}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{СВ}}}, \quad (1.10)$$

где $I_{\text{СВ}}$ – сила сварочного тока, А;

$U_{\text{д}}$ – напряжение на дуге, В;

$V_{\text{СВ}}$ – скорость сварки, см/с;

$\eta = 0,9$ – коэффициент полезного действия.

$$q_{\text{п}} = \frac{350 \cdot 36 \cdot 0,9}{0,25} = 10880 \text{ ,кал/см.}$$

Рассчитаем мгновенную скорость охлаждения металла в околошовной зоне при наименьшей устойчивости аустенита

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c\gamma \cdot S^2 \cdot (T_{\text{мин}} - T_0)^3 / q_{\text{пог}}^2, \quad (1.11)$$

где $\lambda=0,42$ – коэффициент теплопроводности $\frac{\text{Вт}}{\text{см} \cdot \text{град}}$;

$c\gamma=5,25$ – объемная теплоемкость, $\frac{\text{Дж}}{\text{см}^3 \cdot \text{град}}$;

$T_{\text{мин}}=550$ – температура наименьшей устойчивости аустенита, °С.

$T_0=20$ – начальная температура изделия °С.

$q_{\text{пог}}$ – погонная энергия, кал/см.

Тогда, по формуле (1.11) получим, что

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 5,25 \cdot 0,12^2 \cdot (550 - 20)^3 / 10880^2 = 3,8 \frac{\text{град}}{\text{с}}.$$

Таблица 1.2 – Результаты расчетов

Параметры	Первый проход	Второй проход
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2	1,2
Сварочный ток, А	270	350
Плотность тока, А/мм ²	240	310
Напряжение на дуге, В	33	36
Скорость сварки, см/с	0,5	0,25
Скорость подачи электродной проволоки, см/с	10	13
Вылет электрода, см	1,2	1,2
Погонная энергия сварки, кал/см	3770	10880
Площадь наплавленного металла, мм ²	20	79
Количество теплоты, расходуемое на подогрев, кал	65	145

Коэффициент потерь, %	0,02	0,02
Коэффициент наплавки г/А·ч	14,3	16,2
Скорость охлаждения, °C/с	2,08	3,8

Расчеты параметров для механизированной сварки в среде защитных газов таврового соединения (ТЗ) материал 09Г2С-Hardox, проволокой СВ-08Г2С (диам. 1,2 мм). Сварку производим за один проход:

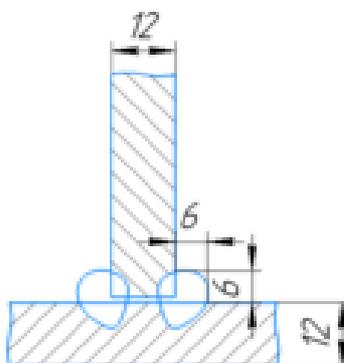


Рисунок 1.5 – Общий вид сварного шва №3.

Рассчитаем силу сварочного тока:

$$I_{св} = 75 \cdot h_{пр}, \quad (1.3)$$

$$I_{св} = 70 \cdot 2,29 = 160, A$$

Площадь наплавленного металла:

$$F_{нап} = 18 \text{ мм}^2$$

Найдем напряжение на дуге [3]

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{э}}} \cdot I_{св} \pm 1, \quad (1.4)$$

где $d_{э}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 160 = 28, B$$

Плотность тока определим как:

$$j = 1,277 \cdot \frac{I_{св}}{d_3^2} \frac{A}{мм^2}. \quad (1.4)$$

$$j = 1,277 \cdot \frac{160}{1,2^2} = 142 \frac{A}{мм^2}.$$

Найдем скорость сварки

$$V_{св} = \frac{a_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_{нап} \cdot \gamma}, \quad (1.7)$$

где a_n – коэффициент наплавки, $\frac{\Gamma}{A \cdot ч}$;

$\gamma=7,85$ – плотность металла, $\frac{\Gamma}{см^3}$.

Коэффициент наплавки a_n находится по формуле

$$a_n = a_p \cdot \left(1 - \frac{k}{100}\right), \quad (1.8)$$

где k – коэффициент потерь при переходе расплавляемой проволоки в сварной шов, %;

$a_p=11,6 \frac{\Gamma}{A \cdot ч}$ – коэффициент расплавления;

Определим коэффициент потерь k

$$k = B \cdot j \cdot 10^{-2} - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 - 4,72, \quad (1.9)$$

где B – коэффициент, значение которого зависит от состава активного защитного газа. Для смеси газов $B=17,3$;

$$k = 17,3 \cdot 142 \cdot 10^{-2} - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 142^2 - 4,72 = 0,05\%,$$

$$a_n = 11,6 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 14,3 \frac{\Gamma}{A \cdot ч}$$

$$V_{св} = \frac{14,3 \cdot 160}{3600 \cdot 18 \cdot 7,85} = 1,1, см/с$$

Определим погонную энергию $q_{п}$:

$$q_{п} = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{св}}, \quad (1.10)$$

где $I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

U_d – напряжение на дуге, В;

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

V_{CB} – скорость сварки, см/с;

$\eta = 0,9$ – коэффициент полезного действия.

$$q_{II} = \frac{160 \cdot 28 \cdot 0,9}{1,1} = 950, \text{ кал/см.}$$

Рассчитаем мгновенную скорость охлаждения металла в околошовной зоне при наименьшей устойчивости аустенита

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c_{\gamma} \cdot S^2 \cdot (T_{\text{мин}} - T_0)^3 / q_{\text{пог}}^2, \quad (1.11)$$

где $\lambda=0,42$ – коэффициент теплопроводности $\frac{\text{Вт}}{\text{см} \cdot \text{град}}$;

$c_{\gamma}=5,25$ – объемная теплоемкость, $\frac{\text{Дж}}{\text{см}^3 \cdot \text{град}}$;

$T_{\text{мин}}=550$ – температура наименьшей устойчивости аустенита, °С.

$T_0=20$ – начальная температура изделия °С.

$q_{\text{пог}}$ – погонная энергия, кал/см.

Тогда, по формуле (1.11) получим, что

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 5,25 \cdot 0,12^2 \cdot (550 - 20)^3 / 950^2 = 1,7 \frac{\text{град}}{\text{с}}.$$

Таблица 1.2 – Результаты расчетов.

Параметры	Значения
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2
Сварочный ток, А	160
Плотность тока, А/мм ²	142
Напряжение на дуге, В	28
Скорость сварки, см/с	1,1
Скорость подачи электродной проволоки, см/с	6,55
Вылет электрода, см	1,2
Погонная энергия сварки, кал/см	950
Площадь наплавленного металла, мм ²	18

Количество теплоты, расходуемое на подогрев, кал	340
Коэффициент потерь, %	0,05
Коэффициент наплавки г/А·ч	14,3
Скорость охлаждения, °С/с	1,7

Произведем расчеты параметра сварки для таврового соединения (Т8), материал Hardox, проволока ER70S-6 (диам. 1,2 мм).

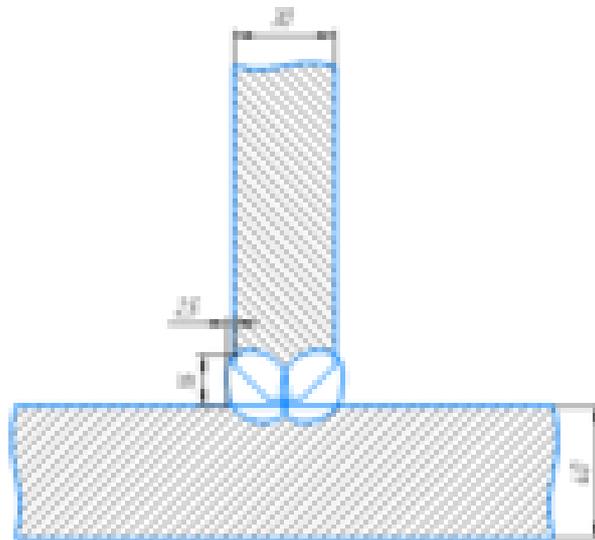


Рисунок 1.5 – Общий вид сварного шва №4.

Рассчитаем силу сварочного тока:

$$I_{св} = 75 \cdot h_{np}, \quad (1.3)$$

$$I_{св} = 70 \cdot 5,7 = 400, A$$

Площадь наплавленного металла:

$$F_{нап} = 131, мм^2$$

Найдем напряжение на дуге [3]

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{э}}} \cdot I_{св} \pm 1, \quad (1.4)$$

где $d_{э}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 400 = 30, \text{ В}$$

Плотность тока определим как:

$$j = 1,277 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_s^2} \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}. \quad (1.4)$$

$$j = 1,277 \cdot \frac{400}{1,2^2} = 355, \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}.$$

Найдем скорость сварки

$$V_{\text{св}} = \frac{a_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot F_{\text{НАП}} \cdot \gamma}, \quad (1.7)$$

где $a_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, $\frac{\Gamma}{\text{А} \cdot \text{ч}}$;

$\gamma=7,85$ – плотность металла, $\frac{\Gamma}{\text{см}^3}$.

Коэффициент наплавки $a_{\text{н}}$ находится по формуле

$$a_{\text{н}} = a_{\text{р}} \cdot \left(1 - \frac{k}{100}\right), \quad (1.8)$$

где k – коэффициент потерь при переходе расплавляемой проволоки в сварной шов, %;

$a_{\text{р}}=11,6 \frac{\Gamma}{\text{А} \cdot \text{ч}}$ – коэффициент расплавления;

Определим коэффициент потерь k

$$k = B \cdot j \cdot 10^{-2} - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 - 4,72, \quad (1.9)$$

где B – коэффициент, значение которого зависит от состава активного защитного газа. Для смеси газов $B=17,3$;

$$k = 17,3 \cdot 355 \cdot 10^{-2} - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 355^2 - 4,72 = 0,02\%,$$

$$a_{\text{н}} = 11,6 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 18 \frac{\Gamma}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

$$V_{\text{св}} = \frac{18 \cdot 400}{3600 \cdot 72 \cdot 7,85} = 0,35, \text{ см/с}$$

Определим погонную энергию $q_{\text{п}}$:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta}{V_{\text{св}}}, \quad (1.10)$$

где I_C – сила сварочного тока, А;

U_d – напряжение на дуге, В;

V_{CB} – скорость сварки, см/с;

$\eta = 0,9$ – коэффициент полезного действия.

$$q_{п} = \frac{400 \cdot 30 \cdot 0,9}{0,35} = 7400, \text{ кал/см.}$$

Рассчитаем мгновенную скорость охлаждения металла в околошовной зоне при наименьшей устойчивости аустенита

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c\gamma \cdot S^2 \cdot (T_{\text{мин}} - T_0)^3 / q_{\text{пог}}^2, \quad (1.11)$$

где $\lambda = 0,42$ – коэффициент теплопроводности $\frac{\text{Вт}}{\text{см} \cdot \text{град}}$;

$c\gamma = 5,25$ – объемная теплоемкость, $\frac{\text{Дж}}{\text{см}^3 \cdot \text{град}}$;

$T_{\text{мин}} = 550$ – температура наименьшей устойчивости аустенита, °С.

$T_0 = 20$ – начальная температура изделия °С.

$q_{\text{пог}}$ – погонная энергия, кал/см.

Тогда, по формуле (1.11) получим, что

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 5,25 \cdot 0,12^2 \cdot (550 - 20)^3 / 7400^2 = 4,6 \frac{\text{град}}{\text{с}}.$$

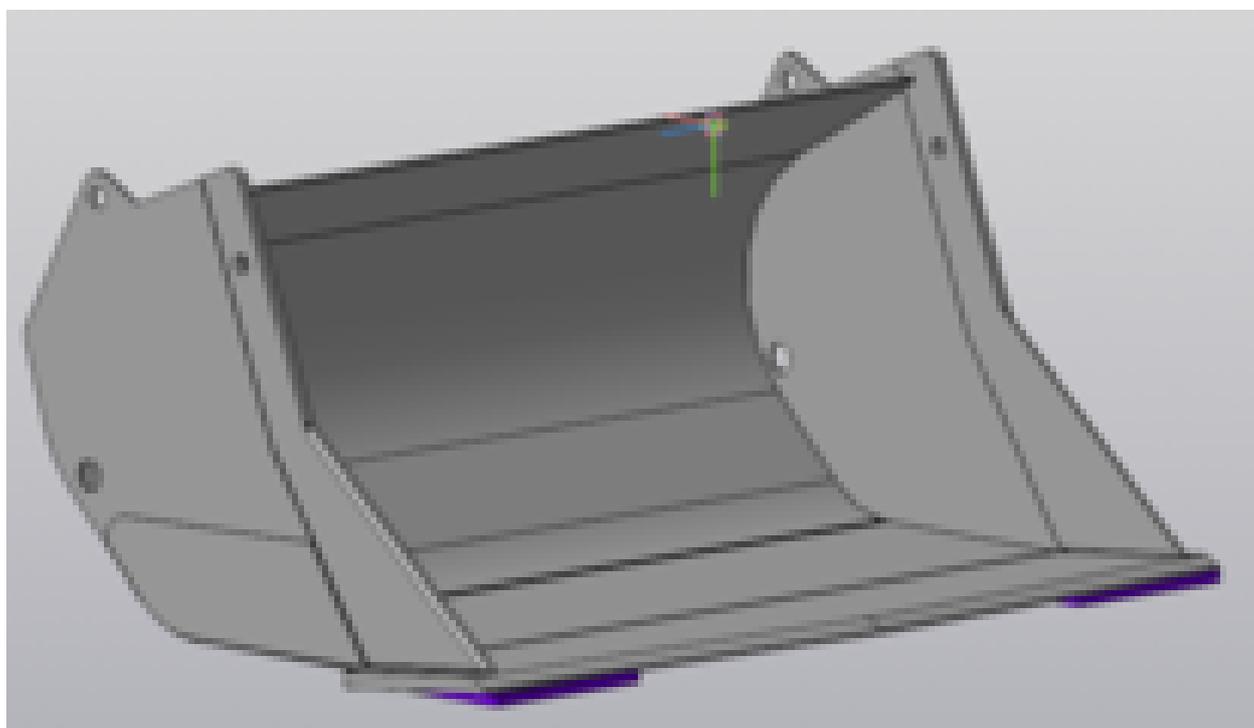
Таблица 1.2 – Результаты расчетов.

Параметры	Первый проход	Второй проход	Третий проход
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2	1,2	1,2
Сварочный ток, А	350	300	400
Плотность тока, А/мм ²	310	265	355
Напряжение на дуге, В	35	30	30

Скорость сварки, см/с	1	0,4	0,35
Скорость подачи электродной проволоки, см/с	13	11	15
Вылет электрода, см	1,2	1,2	1,2
Погонная энергия сварки, кал/см	2720	4860	7400
Площадь наплавленного метала, мм ²	20	39	72
Количество теплоты, расходуемое на подогрев, кал	145	90	230
Коэффициент потерь, %	0,02	0,02	0,02
Коэффициент наплавки г/А·ч	16,16	15	18
Скорость охлаждения, °С/с	4,6	4,6	4,6

2.7 Выбор сборочного и сварочного оборудования

Лезвие ковша по отношению ко дну варится под углом 5° , чтобы получить это положение и зафиксировать его для сварки нам требуется клиновидные подкладки (рисунок 2.3)



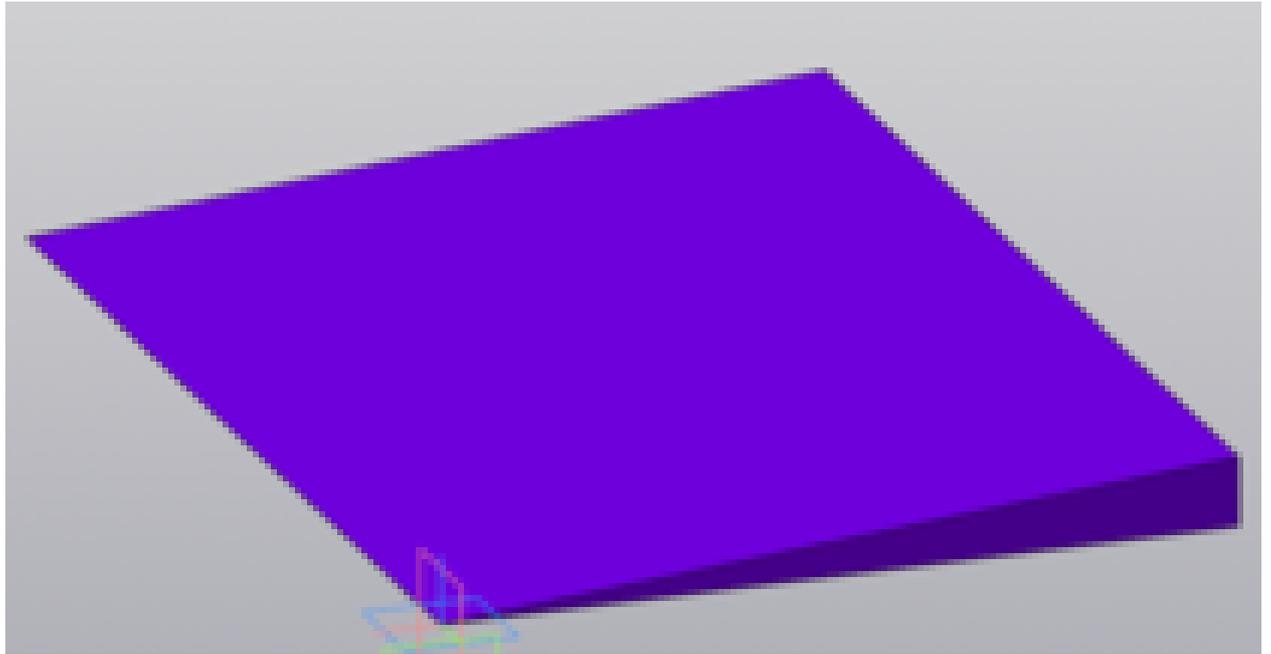


Рисунок 1.5 – Клиновидные подкладки.

На четвертом этапе сборке ковша его необходимо сзади прикрепить, для устранения отката ковша назад. Две струбцины со скосом устанавливаются сзади ковша на боковины (рис 5.5).



Рисунок 1.5 – Струбцина.

Применяется механизированная сварка в среде защитных газов. Для этого будем использовать сварочный полуавтомат ПДГ-516М, так как на заводе-изготовителе УГОК уже применялся данный тип аппаратов и закупка сварочных

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

аппаратов других изготовителей приведет к дополнительным затратам. Полуавтомат комплектован сварочным выпрямителем КИГ-401. Аппарат ПДГ-516М показан на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 — Сварочный полуавтомат ПДГ-516М.

Технические характеристики аппарата ПДГ-516М приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12– Технические характеристики аппарата ПДГ-516М.

Номинальный сварочный ток, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	60-500
Пределы регулирования напряжения на дуге, В	18-50
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2-2
Пределы плавного регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	100-1200
Масса, кг:	
-устройства подающего	17
-электродной проволоки	15
Габаритные размеры устройства подающего, мм	470×365×430

Сварочный выпрямитель представлен на рисунке 2.5



Рисунок 2.7 – Сварочный выпрямитель КИГ-401.

Технические характеристики аппарата КИГ-401 приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 — Технические характеристики аппарата КИГ-401

Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток ПВ-100%/ 60%, А	315/400
Пределы регулирования сварочного тока, А	40-450
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	16-37
Первичная мощность, кВА	28
Напряжение холостого хода, ВВ	50
Масса, кг	190
Габаритные размеры с колесами:	745×520×850

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Способы и средства контроля качества.

Качество сварных соединений сильно влияет на прочность конструкций. Несоответствие сварных швов заданным характеристикам приводит к разрушениям конструкций. Поэтому после сварочных работ в обязательном порядке готовое изделие подвергают испытаниям и контролю на предмет обнаружения дефектов в сварных соединениях.

Любая проверка качества сварных швов начинается с визуального контроля. Осматривают все 100% сварных соединений. Сначала проверяют геометрию и форму шва. Визуальный контроль помогает выявить, наряду с наружными, часть внутренних изъянов. Так, переменные по габаритам валики швов и неравномерные складки говорят о непроварах, возникающих из-за частых обрывов электрической дуги.

Для контроля качества сварки применяют ультразвук. Принцип действия аппарата основан на отражении ультразвуковых волн от границы соединения двух сред с различными акустическими свойствами.

Способ контроля качества сварных соединений ультразвуком широко

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ				

распространился благодаря простоте и удобству применения, относительно недорогому оборудованию, безопасности использования по сравнению с радиационным методом.

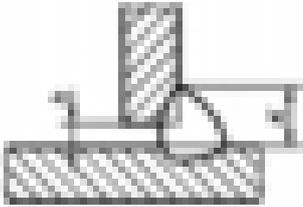
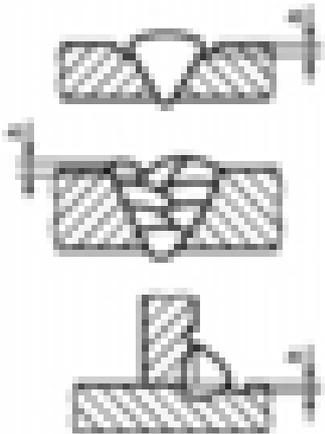
Все процедуры по контролю над качеством сварки определены ГОСТом или руководящими документами. В них также указаны допустимые нормы погрешностей. После испытаний составляется акт и протоколы с результатами измерений.

3.2 Допустимые и недопустимые дефекты

При сварочном процессе возникают дефекты сплошности и геометрии сварного соединения. Для данного изделия они регламентируются ГОСТом стальных конструкций 23118-2012.

Таблица 3.1— Допустимые и недопустимые дефекты.

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Оценка
Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации.	Не допускаются
Поры и пористость	Максимальная суммарная площадь пор от площади проекции шва на оценочном участке Максимальный размер одиночной поры	2% $d \leq 0,25S$, но не более 4 мм
Скопление пор	Максимальная суммарная площадь пор от площади дефектного участка шва Максимальный размер одиночной поры:	8% $d \leq 0,25S$, но не более 4 мм

Газовые полости и свищи	Длинные дефекты	Не допускаются
	Короткие дефекты	$h \leq 0,25S$
	Максимальный размер газовой полости или свища, мм	3
Шлаковые включения	Длинные дефекты	Не допустимы
	Короткие дефекты	$h \leq 0,25S$, но не более 3 мм
Неудовлетворительный зазор в тавровом соединении	<p>Чрезмерный или недостаточный зазор между деталями.</p>  <p>Превышение зазора в некоторых случаях может быть компенсировано увеличением катета шва</p>	$h < 0,5 \text{ мм} + 0,15K$ Макс. 3 мм
Подрезы	Переход от шва к основному металлу должен быть плавный. Очертания подрезов должны быть плавные	$h < 1,0 \text{ мм}$
		
Превышение выпуклости:	Переход от шва к основному металлу должен быть плавный	$h < 1 \text{ мм} + 0,15 b$ Макс. 7 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.01.2019.139.00 ПЗ

Лист

47

		Макс. 4 мм
Увеличение катета углового шва	<p>Превышение катета для большинства угловых швов не является причиной браковки</p>	$h < 1 \text{ мм} + 0,15K$ Макс. 3 мм
Уменьшение катета углового шва		<p>Длинные дефекты не допускаются</p> <p>Короткие дефекты: $h < 0,3 \text{ мм} + 0,1K$ Макс. 1 мм</p>
Превышение выпуклости корня шва	<p>Чрезмерное проплавление корня шва</p>	$h < 1 \text{ мм} + 0,6b$ Макс. 4 мм
Наплывы		Не допускаются

3.3 Оборудование для контроля качества

Визуально-измерительный метод контроля качества используется не только непосредственно в процессе сварки, но и при контролировании операций заготовки, комплектования, сборки. С помощью ВИК замеряется правильность сборки (перпендикулярность, параллельность, размеры разделанных кромок, выставленные зазоры). В процессе изготовления изделия ВИК используется стопроцентно.

Для проведения ВИК будем применять набор ВИК «Сварщик», который показан на рисунке 3.1.

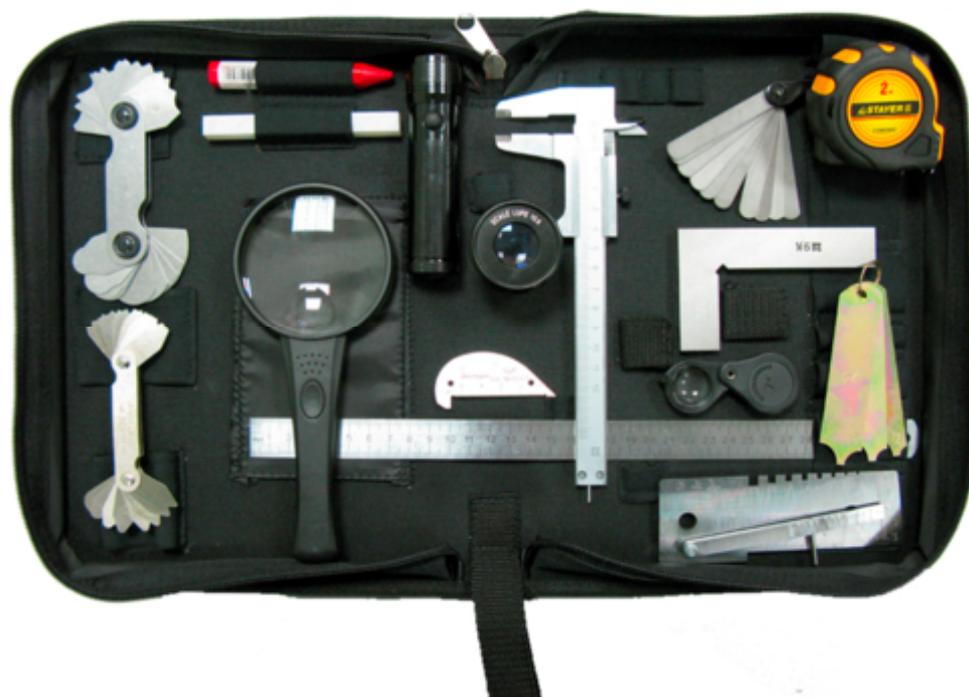


Рисунок 3.1– набор ВИК «Сварщик».

Универсальный набор сварщика предназначен для ВИК сварных соединений и подготовки деталей к сварке. Данный набор может быть использован в процессе обучения специалистов, а так же для комплектации стационарных рабочих мест работы в полевых условиях. Набор сварщика укомплектован с учетом рекомендаций специалистов сварочного производства и включает в себя основной перечень необходимого оборудования.

Комплектация:

- Универсальный шаблон сварщика УШС-2
- Универсальный шаблон сварщика УШС-3
- Катетомер КМС-3-16
- Набор щупов № 4 КТ II, диапазон толщин 0,1-1,0 мм
- Набор радиусов №1. Диапазон 1-6 мм
- Набор радиусов №3. Диапазон 7-25 мм
- Линейка измерительная 30 см
- Рулетка измерительная 5м
- Флешка с образцами техкарт, журналов, актов и учебников по ВИК, а так же нормативные акты по данной теме.
- Пирометр портативный
- Краги для защиты рук
- Зубило (160 мм) для отбивания брызг и шлака
- Щётка металлическая для подготовки деталей к сварке
- Щётка металлическая нержавеющей
- Плоскогубцы с диэлектрическими рукоятками
- Клейма стальные цифровые шрифт №8
- Очки светлые для защиты глаз в процессе сварки
- Блокнот и авторучка
- Паспорт
- Сертификат о калибровке или свидетельство о поверке (зависит от набора)
- Упаковочная сумка

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

Для выявления возможных дефектов внутри сварного шва, будем использовать ультразвуковой метод контроля качества. Регистрацию дефектов будем осуществлять ультразвуковым дефектоскопом УД2-70. Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70, предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины и координат их залегания, измерения отношений амплитуд сигналов от дефектов.

Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 показан на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70

Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УД2-70 приведены в таблице 1.10.

Таблица 3.2 — Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УД2-70

Характеристика	Значение
Диапазон толщин контролируемого материала (сталь), мм	2...5000
Рабочие частоты, МГц	0,4; 1,25; 1,8;

	2,5; 5,0; 10,0
Частота зондирующих импульсов, Гц	30; 60; 120; 250; 500; 1000
Полярность зондирующего импульса	отрицательная
Амплитуда зондирующего импульса на нагрузке 50 Ом, не менее, В	180
Длительность зондирующего импульса, не более, нс	80
Диапазон регулировки усиления, дБ	0...100
Шаг регулировки усиления, дБ	0,5 или 1,0
Дискретность изменения усиления скачком "+дБ", дБ	3...30
Диапазон задержки развертки, мм	2 ... 5000
Диапазон измерения глубины залегания дефектов (сталь), мм	2...5000
Дискретность измерения глубины, мм	0,1
Погрешность измерения глубины, мм	$\pm (0,5 + 0,02$ Н)
Диапазон установки угла ввода ПЭП, град	0...90
Дискретность установки, град	1
Количество стробов АСД, шт	2
Диапазон установки скорости УЗК, м/с	1000...15000
Глубина регулировки ВРЧ, дБ	80
Отсечка линейная	0...100% высоты экрана
Размер рабочей части экрана, не менее, пикселей	320×240
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+50
Электрическое питание, В: – аккумуляторное – сеть переменного тока, В при 50 Гц	12 220

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.139.00 ПЗ

Лист

52

Время непрерывной работы, не менее, ч	8
Габариты, не более, мм	245×145×77
Масса с аккумулятором, не более, кг	3

3.4 Методика контроля

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки-щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой-щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал. Эти колебания после их усиления подаются на экран электронно-лучевой трубки дефектоскопа, которые свидетельствуют о наличии дефектов. По характеру импульсов судят о протяженности дефектов и глубине их залегания. Ультразвуковой контроль можно проводить при одностороннем доступе к сварному шву без снятия усиления и предварительной обработки поверхности шва. Ультразвуковой контроль имеет следующие преимущества: высокая чувствительность (1–2 %), позволяющая обнаруживать, измерять и определять местонахождение дефектов площадью 1–2 мм²; большая проникающая способность ультразвуковых волн, позволяющая контролировать детали большой толщины; возможность контроля сварных соединений с односторонним подходом; высокая производительность и отсутствие громоздкого оборудования.

Применяется эхо-импульсный (рис.3.4). Этот метод основан на излучении в контролируемое изделие зондирующих импульсов и регистрации сигнала, отраженного от дефекта. Преимущества этого метода: односторонний доступ к изделию, хорошая чувствительность к внутренним дефектам.

Операционный контроль: продукция завода «УГОК» подвергается ВИК и ультразвуковому контролю – это обеспечивает 100%-ное качество и надежность

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

деталей в эксплуатации.

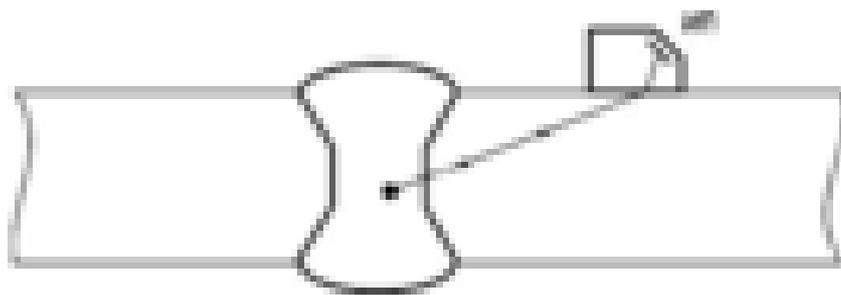


Рисунок 3.3 – Эхо-импульсный метод.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов

На рабочем участке производятся работы такие как: заготовка деталей, сборка и сварка ковша погрузчика. И одним из главных условий является создание безопасного условия труда. Так как неправильном выполнении данных работ и неправильной организации труда это может привести к возникновению вредных и опасных факторов, которые могут привести к несчастным случаям или профзаболеваниям.

В данной работе применяется механизированная сварка в среде защитных газов. При этом способе сварки к вредным производственным факторам относятся:

1) Повышенная запыленность и загазованность.

Значительным опасным фактором является загрязнение воздушной среды рабочей зоны пылью и газами. При сварке нагретые до высокой температуры пары металла, частей электродного покрытия или других сварочных материалов поднимаются над участком сварки и попадают в зону одного порядка температур с окружающим воздухом, конденсируются и затвердевают. Образуя твердую фазу частиц сварочной пыли – аэрозоль конденсации, который состоит из различных токсичных веществ, имеющих в составе свариваемых изделий и сварочных материалов. Регулярное воздействие сварочного аэрозоля при отсутствии необходимых средств и мероприятий охраны труда может привести к профессиональным заболеваниям к таким как: интоксикация марганцем и силикоз, это приводит к поражениям органов дыхания и нервной системы.

2) Напряжение в электрических цепях.

При сварочных работах самым опасным является электротравматизм, в результате, которого могут быть ожоги кожного покрова или внутренних органов, электроудар при прикосновении к токоведущим частям, остановка сердца, паралич нервной системы.

3) Поверхности нагретых предметов до высоких температур.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Нагретые до высоких температур поверхности изделия или оборудования, брызги и выбросы расплавленного металла могут привести к ожогам различной тяжести, к созданию опасности возникновения пожара.

4) Источники с повышенной яркостью вызывают необходимость частой переадаптации зрения. Так же недостаточное освещение рабочего места может приводит к утомлению глаз, ухудшению внимания и работоспособности.

5) Неблагоприятный климат может привести к перегреву или переохлаждению организма рабочего, влиять на самочувствие, функциональное состояние, здоровье человека.

6) Нерациональная планировка участка может вызвать трудности с передвижением по участку, при эвакуации, привести к столкновению грузовых тележек с рабочими или оборудованием.

Из вышесказанного следует, что на предприятии важно не только разработка технических норм, но и соответствие санитарно-гигиенических норм.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

Работа на установках организована в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.003-86 «Работы электросварочные. Требования безопасности», а также нормативными документами по безопасности труда.

Для обеспечения безопасности работающих при выполнении всех технологических операций предусмотрено применять только исправные инструменты и приспособления. Для индивидуальной защиты рабочих, обслуживающих электроустановки, от поражения электрическим током используются изолирующие штанги и клещи. Одежда обслуживающего персонала – хлопчатобумажные костюмы без манжет, карманы закрытые, кожаные ботинки, брезентовые рукавицы, головной убор. Присоединение и отсоединение от сети установок, а также наблюдение за их исправным состоянием производит электротехнический персонал данного предприятия. К проведению работ допускается персонал с квалификационной группой по технике безопасности не ниже 2-ой. Для защиты рабочих от тепловых, механических и других воздействий применяется специальная обувь и одежда. Для данных работ применяются костюмы из парусины с огнезащитной пропиткой по ТУ 17-98-69-77 (20). Брюки – гладкие, без отворотов внизу, носятся только на выпуск. Полусапоги имеют клееную подошву по ГОСТ 1.24.032 – 77. Для защиты рук применяются рукавицы однопалые – для защиты от высоких температур и механических воздействий по ГОСТ 12.4.010 – 75. Для защиты глаз используются защитные очки со светофильтрами типа С – 10 (при $I_{св} > 600$ А). Для защиты от действия ультразвука при ультразвуковом контроле используют следующее: применяемое оборудование (дефектоскопы) выполнено в звукоизолирующем исполнении (кожух дефектоскопа изготавливается из листовой стали, обклеенной резиной). При осуществлении транспортных операций, связанных с перемещением грузов с помощью листового крана соблюдать предписанные инструкции и правила и технику строповки грузов.

4.2.1 Обеспечение санитарно-гигиенических условий труда

К санитарно-гигиеническим условиям относятся все элементы

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2019.139.00 ПЗ

производственной среды, в которой протекает трудовой процесс, то есть метеорологические условия (микроклимат), чистота воздуха, освещение, шум, вибрация.

Для создания благоприятных условий труда, санитарно-гигиенические условия, должны регулярно исследоваться и приводиться к соответствующим с рекомендуемыми нормативами.

На организм человека в процессе труда оказывает влияние состояние воздушной среды. Поэтому необходимо учитывать физические свойства: температуру, влажность и скорость движения, химический состав, содержание механических примесей в пыли.

Система организационных, гигиенических, санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов, получила название производственная санитария. Мероприятия по ней является составной частью системы охраны труда на предприятии.

Микроклимат производственных помещений - условия внутренней среды, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Условия, в которых человек не испытывает переохлаждение или перегрева, можно считать комфортными в тепловом отношении.

На рабочем месте необходимо поддерживать определенные параметры микроклимата для различных категорий работ. Для обеспечения комфортных условий по мере повышения тяжести работ температуру в помещениях следует снижать или увеличивать скорость движения воздуха. Контроль параметров микроклимата осуществляется с помощью различных приборов (термометры, термографы, психрометры, гигрографы, анемометрами и т.п.)

Для улучшения микроклимата проводят ряд мероприятий:

-рационализацию объемно-планировочных решений производственных зданий (не 15м³ объема и не менее 4,5м² на одного рабочего);

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

- вентиляцию и кондиционирование воздуха;
- тепловую изоляцию оборудования;
- рационализацию труда и отдыха.

Вредные вещества проникают в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечного тракта, кожу.

Среди вредных веществ наибольшее распространение имеет производственная пыль, которая имеется на любом производстве.

Чистоту воздуха можно повысить следующими способами:

- создание санитарно-защитных зон;
- механизация и автоматизация производственных процессов, герметизацией источников вредных веществ;
- применение специальной вентиляции;
- сокращение продолжительности рабочего времени;
- использование средств защиты.

Освещение играет важнейшую роль в обеспечении работоспособности человека. Неправильное освещение утомляет зрение, отрицательно влияет на нервную систему, может быть причиной несчастного случая.

Важнейшая характеристика условий освещения - величина освещенности рабочей поверхности, определяется как отношение светового потока к площади его распределения.

Освещение рабочего места должно отвечать условиям и характеру работы. Стены и потолки, окрашенные в светлые тона, увеличивают общую освещенность помещения.

Производственный шум - хаотичное сочетание различных по частоте и силе звуков. Источником звуков и шума являются колеблющиеся тела, которые, вызывая звуковые волны, оказывают звуковое давление на органы слуха человека. Длительное воздействие шума на человека может привести к снижению остроты слуха и к развитию профессиональной глухоты. Помимо местного действия на органы слуха шум оказывает и общее действие на организм человека (головные боли, головокружение, шум в ушах и т.д.)

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Методы борьбы с шумом зависят от общего уровня культуры производства, состояние технических средств: надежное закрепление всех узлов и деталей оборудования и машин, использование амортизирующих устройств, архитектурно - планировочные решения, использования средств защиты и т.д.

Вибрация - представляет собой механическое колебательное движение системы с упругими связями. На производстве источниками являются машины. К основным параметрам относятся: частота, амплитуда смещения, скорость и ускорение.

Для измерения вибрации используются виброметры и шумометры. Измерение производят в соответствии с ГОСТ 12.4.012-83.

Вредное воздействие вибрации на организм определяется резонансными явлениями, возникающими в отдельных органах и в организме целом, они зависят от массы и положения тела.

4.2.2 Обеспечение электрической безопасности

Воздействие электрического тока на человека может привести к местным травмам, к которым относятся ожоги, металлизация кожи, электрические знаки в виде следов, механические повреждения.

Параметры микроклимата производственного помещения влияют на сопротивление тела человека, а, следовательно, на исход поражения электрическим током. Увеличение температуры, влажности, снижение подвижности воздуха приводят к росту опасности поражения, так как влаговыделение (в том числе выделение пота) обуславливает снижение сопротивления кожных покровов. Кроме того, сварочные процессы ведут к возникновению токопроводящей пыли, осаждающейся на проводах и проникающей внутрь механизмов. Железобетонный пол промышленных помещений является также токопроводящим элементом. Также существует возможность одновременного прикосновения человека к заземленным элементам металлоконструкций зданий, с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой стороны. В связи с этим при работе на сборочно-сварочном участке предусматриваются следующие мероприятия по обеспечению

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

электробезопасности:

Для защиты рабочих от поражения электрическим током используется изоляция токоведущих частей источников питания и сборочно-сварочной оснастки путем размещения их в металлических кожухах.

1. Предусмотрена проверка состояния проводов не реже одного раза в месяц. Осмотр подвижных контактов и выключателей осуществляется не реже одного раза в три дня. Осмотр и чистка электросварочного оборудования и пусковой аппаратуры производится не реже одного раза в месяц.

2. Электросварочное оборудование и установки, находящиеся под высоким напряжением (больше 110 В) заземлены (сечение заземляющих проводов не менее 25 мм², минимальное сопротивление не более 40м).

3. Проводится проверка состояния изоляции проводов не реже 1 раза в месяц.

4. Запрещается производить осмотр и ремонт электросварочного оборудования под напряжением.

5. Запрещается производить работы без средств индивидуальной защиты.

6. Установка и ремонт оборудования проводится силами электромонтеров.

7. Работающие на электросварочном оборудовании (в том числе сварщики) проходят соответствующий инструктаж по правилам электробезопасности.

4.2.3 Обеспечение пожарной безопасности

Проектируемый участок по классификации производства по пожарной опасности, приведенной в НП 105–95, относится к категории Г – пожароопасное производство по переработке негорючих материалов в нагретом состоянии. Степень огнестойкости – 2 (Здание, в котором расположен участок, изготовлен из негорючего материала – бетона, степень огнестойкости которого по СнИП 2.09.02 – 85 «Огнестойкость элементов здания» от 2 до 4 часов).

Предусмотрено, что места, отведенные для проведения сварочных работ и установки сварочных агрегатов и трансформаторов, должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе не менее 5 м.

Оборудование цеха постоянно находится под напряжением, в связи с чем для тушения пожара запрещается использовать воду (так как она, имея в своем

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

составе различные соли и поданная компактной, обладает значительной электропроводностью). Для ликвидации возможных очагов пожара в соответствии с инструкцией на каждые 600-800 м² цеха установлены:

- огнетушители ОВП-10 (количество 3 шт);
- ящик с песком и лопатой.

Их расстановка показана на планировке участка.

В цехе предусмотрено не менее двух выходов. Эвакуация предусмотрена по общезаводским маршрутам эвакуации.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами

Безопасность труда при подъеме и перемещении грузов зависит от конструкции подъемно - транспортных устройств и соответствия их правилам и нормам Госгортехнадзора.

В связи с работой в цехе мостового крана следует принимать меры безопасности при работе. Закрывать все доступы для людей на необорудованные проходными галереями крановые пути работающего мостового крана. Вседвигающиеся и вращающиеся части механизмов ограждаются. Все работы с краном, связанные по перемещению груза, выполняет аттестованный стропальщик. Работы, предусмотренные технологическим процессом по погрузке сборочных и сварочных приспособлений с помощью подъемно-транспортных устройств, выполняют сварщики. Для всех сварщиков, работающих на участке, предусмотрены удостоверения стропальщиков.

На участке все подъемно транспортные работы, связанные с готовым изделием выполняет мостовой кран грузоподъемностью 5 тонн.

Межоперационные транспортировки выполняются с помощью рольгангов и подъемно-поворотных устройств.

Капитальный ремонт производится каждые 7 лет, средний - каждые 2-3 года, текущий - каждый год. Осмотр проводят 2 раза в месяц.

										Лист
										63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

4.4 Планировка оборудования и рабочих мест цеха (участка)

В соответствии с ГОСТ 12.3.003-86, планировка участка и организация технологических процессов сварки должна соответствовать требованиям правил устройства электроустановок (ПУЭ) и предусматривать максимально возможную механизацию, автоматизацию, дистанционное управление процессами сварки или его отдельными элементами, а также должны быть приняты меры по локализации опасных и вредных производственных факторов. В нормативно-технической документации на конкретные виды сварки требования безопасности должны быть установлены в соответствии с настоящим стандартом и отражены в технологической документации. Производственные помещения для проведения электросварочных работ должны отвечать требованиям действующих строительных норм и правил, санитарных норм проектирования промышленных предприятий, утвержденных правил устройства электроустановок.

Необходимо обеспечить цех мостовым краном, для перемещения заготовок либо оборудования по всей площади цеха грузоподъемностью до 10 т. Мостовой кран закрепить на высоте 13 м, при высоте крыши 16 м.

Между оборудованием необходимо установить минимальный проход в 1 м. Места проведения сварочных работ необходимо загородить защитной ширмой.

По технике пожарной безопасности установить пожарный проезд сквозь весь цех шириной не менее 2 м. Обязательным на планировке участка является наличие пожарного щита и ящика с песком.

Принять следующие размеры цеха:

- 1) Длина и ширина 36х30 м.
- 2) Высота здания 19 м, высота потолка в цехе 16 м.
- 3) Расстояние между колоннами здания принять 12 м.
- 4) Размеры сборочно-сварочного участка 3х3 м.

Планировка участка приведена на рисунке 4.1

На планировке участка показаны основные размеры цеха в масштабе 1:100, высота, длина, ширина цеха, расстояние между опорными колоннами цеха.

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.139.00 ПЗ					

Указан пожарный проезд в соответствии с нормами пожарной безопасности. Так же на участке показано расположение средств пожаротушения. Рабочие места ,где производится сварка ,огорожены специальной ширмой, для предотвращения поражения сварочным излучением незащищенных работников цеха. Помимо этого на планировке указано рабочее место сварщика.

Рисунок 4.1–Планировка участка

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках дипломного проектирования были реализованы задачи и цели, поставленные вначале проекта. Проведен анализ вводимого оборудования для сварки с точки зрения рациональности и целесообразности использования. Для улучшения качества при производстве коша погрузочно-доставочной машины.

Проведен комплекс работ по расчетному обоснованию предложенного технологического процесса:

- выбор оптимального оборудования;
- выбор оптимального варианта сварочных материалов;
- выбор способа и расчет режимов сварки;

Внедрение всех вышеперечисленных новшеств существенно повысит качество выпускаемой продукции, улучшения внешнего вида.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.
2. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учеб. для вузов/ Г. А. Николаев, В. А. Винокуров/Под ред. Г. А. Николаева – М.: Высш.шк., 1990. – 446 с.
3. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учебник для студентов вузов/ С. А. Куркин, Г. А. Николаев – М.: Высш. шк., 1991. – 398 с., ил.
4. Сварка и свариваемые материалы: справочник: в 3 т. / под. ред. В.Н. Волченко. – М.: Изд-во МГТУ, 1998. – Т.2. – 574 с.
5. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». Красовский, А.И. – 4-е изд., перераб. – М.: «Машиностроение», 1980. – 319 с., ил.
6. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: Учебное пособие / В. Н. Бекасова, С. И. Боровик, Н. В. Глотова и др.: под ред. И. С. Окраинской. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 166 с.
7. Оборудование и технология сварочного производства: руководство по дипломному проектированию / М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, А. Г. Игнатъев, В. А. Стихин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 77 с.
8. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. Компьютерная версия. – 2-е изд. перераб./ Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
9. Акулов, А. И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с. с ил.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

10. Сорокин, В.Г. , Волосников А.В. Марочник сталей и сплавов - М.: Стройиздат, 1989 г. – 456 с.
11. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009г. –297 с.
12. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». – 4-е изд., перераб. – М.: «Машиностроение», 1980. – 319 с., ил.
13. Заруба И.И. Новые сварочные источники питания: сборник научных трудов. – (ред.) Киев: «Звартех», 1992. –143с.
14. Сагалевиц В.М. Методы устранения сварочных деформаций и напряжений. – М.: «Машиностроение», 1974. –245с.
15. Квагинидзе В.С. Технология металлов и сварка. Учебное пособие для вузов. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. — 566 с.: ил.
16. Быковский О.Г., Петренко В.Р. и др. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. — 336 с.: ил.
17. Разжигаев А.Ф. Сборочно-сварочные приспособления. Брошюра. — Москва; Свердловск: Машгиз, 1960. — 51 с.
18. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение, 2003. — 656 с.
19. Браткова О.Н. Источники питания сварочной дуги. Учебник. — М.: Высш. школа, 1982. — 182 с, ил.

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ

					15.03.01.2019.139.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69