

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ СВАРКИ НЕСУЩЕЙ БАЛКИ ТРЕЙЛЕРА**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль Машиностроение и материалобработка
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-
изводстве

Идентификационный код ВКР: 123

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга в профессиональном обучении в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
« ____ » _____ 2019 г.

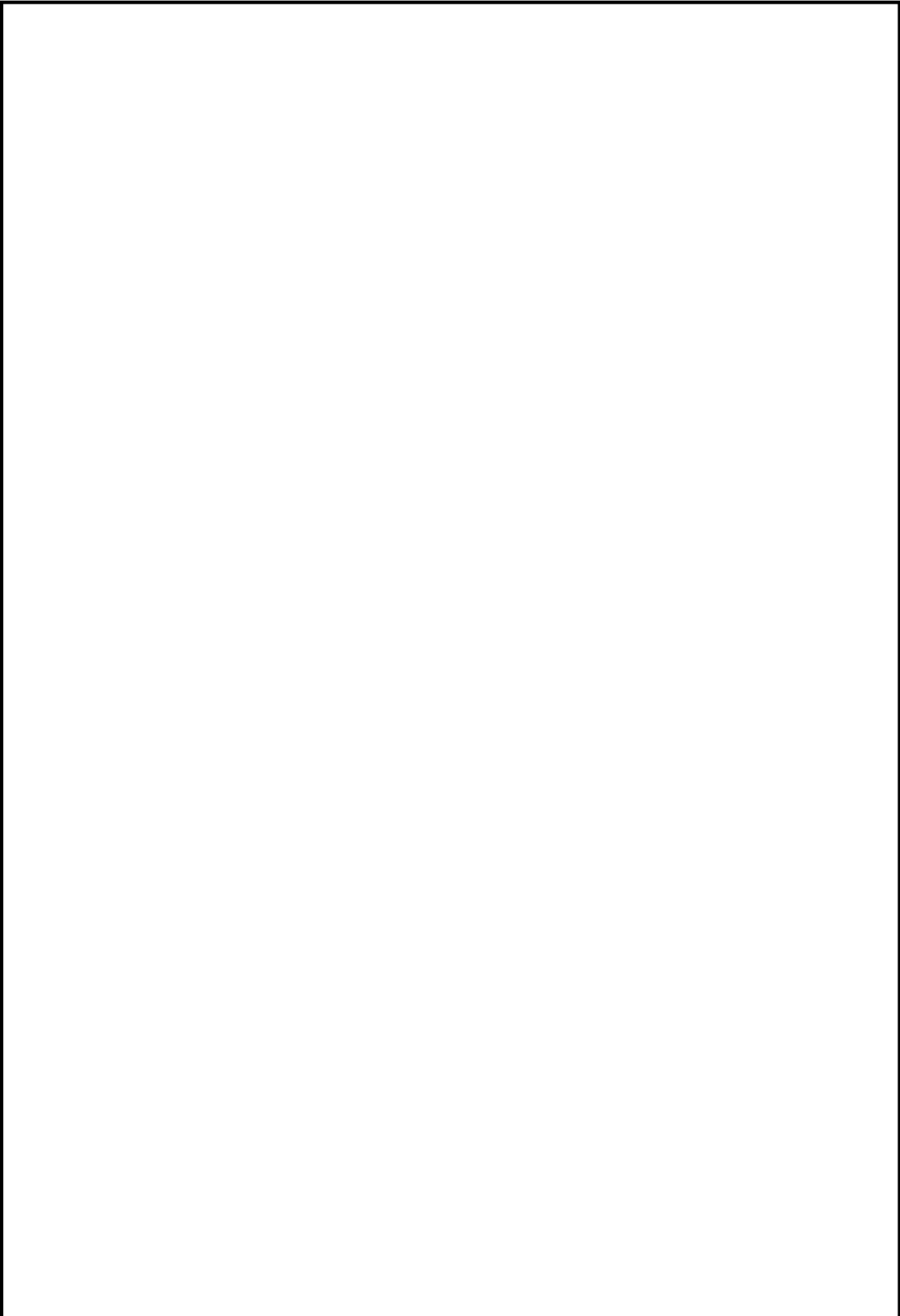
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ СВАРКИ НЕСУЩЕЙ БАЛКИ ТРЕЙЛЕРА

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-405С _____ О.И. Аристархов

Руководитель:
к.т.н., доцент _____ Д.Х. Билалов

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент _____ Л.Т.Плаксина

Екатеринбург 2019



					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект представлен пояснительной запиской на 87 листах, графической частью на 8 листах чертежей и плакатов, 17 таблицами, рисунками, 30 литературными источниками.

Ключевые слова: БАЛКА ПЛАТФОРМЫ ТРЕЙЛЕРА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА, ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРОФЕССИЯ «ЭЛЕКТРОСВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ».

Аристархов О.И. Разработка технологии и подбор оборудования для сварки несущей балки трейлера: выпускная квалификационная работа / О.И. аристархов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. ИММ. – Екатеринбург, 2018. – 87 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии и подбор оборудования для сварки несущей балки трейлера».

2. Цели работы:

- разработать технологию для роботизированной сварки несущей балки трейлера с использованием при сборке и сварке позиционеров;

- рассмотреть проектирование программы переподготовки рабочих по профессии «Оператор роботизированной сварки».

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнен анализ конструкции, подобраны сварочные материалы, выполнен расчет режимов сварки, рассмотрено проектирование программы переподготовки сварщиков, которые смогут осуществлять спроектированную технологию производства несущей балки.

4. Результаты данной работы могут быть использованы при организации процесса производства несущей балки на предприятии.

					<i>ДП 44.03.04. 123 ПЗ</i>		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Разработка технологии и подбор оборудования для сварки несущей балки трейлера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Аристархов О.И.</i>				4	88
<i>Експерт</i>		<i>Билалов Д.Х.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Плаксина Л.Т.</i>			<i>Пояснительная записка</i>	<i>ФГАОУ ВО РГПУ, ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-405с</i>	
<i>Утверд.</i>		<i>Гузьянов Б.Н.</i>					

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Технологическая часть	7
1.1 Условие работы конструкции и ТУ на изготовление	8
1.2 Анализ технологичности	10
1.3 Обоснование выбора основного металла	11
1.4 Подготовка к сварке деталей конструкции	14
1.5 Анализ базового технологического процесса сварки балок	24
1.6 Цель задачи дипломного проекта	24
1.7 Обоснования выбора способа сварки	24
1.8 Выбор сварочных материалов	27
1.9 Выбор типа сварных соединений	31
1.10 Расчет режимов сварки	33
1.11 Общие требования к источнику сварочного тока и оборудование при сварке	40
1.12 Выбор сварочного оборудования для полуавтоматической и автоматической сварки	41
1.13 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	47
1.14 Планировка цеха	51
1.15 Описание технологического процесса сборки-сварки	52
1.16 Организация контроля качества	57
1.17 Контроль качества сварных соединений	60
1.18 Влияние низких температур на прочность сварочных соединений	65
2 Методическая часть	68
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов	69
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор роботизированной сварки»	72

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ	

2.3 Разработка тематического плана изучения предмета «Спецтехнология»	73
2.4 Разработка плана – конспекта урока	74
Заключение	79
Список использованных источников	80
Приложение А – Лист задания для выполнения ВКР	83

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Сварка - один из ведущих технологических процессов современной промышленности, от степени развития и совершенствования, которого во многом зависит уровень технологии в машиностроении, строительстве и ряде других отраслей хозяйства. Правильно разработанный технологический процесс сварки обеспечивает получение не только надежных соединений и конструкций отвечающим всем эксплуатационным требованиям, но и допускает максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления деталей, экономически выгоден по затратам на энергию, на сварочные материалы и по затратам человеческого труда. Преимущества сварных конструкций в настоящее время общепризнанны, такие конструкции повсеместно применяют взамен литых и клепаных соединений. Эти преимущества сводятся к уменьшению расхода металла, снижению затрат труда, упрощению оборудования, увеличению производительности. [1, 2]

В проектируемом технологическом процессе особое внимание уделено повышению производительности труда, механизации и автоматизации сварочных работ за счет внедрения нового высокопроизводительного оборудования, применения новых сварочных материалов.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки несущей балки трейлера.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления несущей балки трейлера с использованием автоматизированных способов сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления несущей балки платформы;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ				

- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления несущей балки платформы, включающий роботизированную сварку в среде защитных газов, а методическая часть будет посвящена проектированию программы переподготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства несущей балки.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;

- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Технологическая часть

Несущие балки платформы трейлера, изготавливаемые в кузовном цехе автотранспортного предприятия ФГУП Почта России, являются силовыми составляющими конструкции платформы трейлеров большой грузоподъемности работающих в условиях крайнего севера РФ. Несущая балка платформы трейлера - сложная сварная конструкция, сочетающая в себе высокую прочность и минимальный вес. В процессе эксплуатации трейлера его конструкции работают на открытом воздухе при различных температурах (зима - лето), в условиях перепада температур и должны выдерживать серьезные механические нагрузки. Воспринимая статическую и динамическую нагрузку в течении всего срока плановой эксплуатации несущие балки трейлера выходят из строя из за появления трещин, остаточной деформации и износа. [3, 13].

Учитывая, что несущая балка будет работать при динамических и статических нагрузках, не допускаются следующие дефекты сварных швов: поры, трещины, непровары, шлаковые включения и другие дефекты.

Габаритные размеры и масса конструкции: длина – 7120 мм, ширина – 750 мм, высота – 315 мм, толщина листового металла – 8...25 мм, масса -1500 кг.

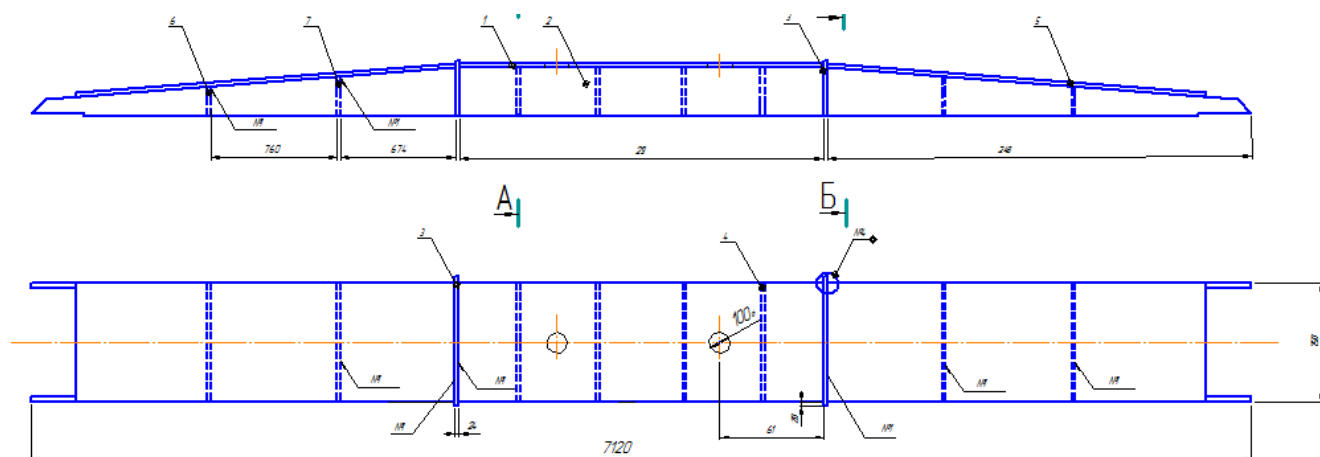


Рисунок 1.1. Несущая балка платформы трейлера

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

Таблица 1.1 – Детали несущей балки платформы трейлера

Поз	Наименование	Изм.	Кол.	Масса кг 1шт.
1.	Плита	шт.	1	114
2.	Стенка	шт.	2	38
3.	Боковина	шт.	2	29
4.	Перегородка	шт.	4	24
5.	Пластина торцевая	шт.	2	64
6	Перегородка	шт.	2	9.5
7	Перегородка	шт.	2	7.2

Сварная конструкция является цельносварной, изготавливается из стандартного листового металлопроката. Состоит из семи позиций, а суммарное число деталей, которые необходимы для изготовления достигает 16 единиц. Также сборка и сварка конструкции выполняется последовательно: сначала собираются и свариваются по отдельности три узла - два боковых конусных и центральный узел, затем сваривается вся конструкция. Сборка и сварка выполняется в заводских условиях.

1.1 Условия работы конструкции и ТУ на изготовление

Платформа трейлера является конструкцией работающей на открытом воздухе в условиях крайнего севера при температурах от + 50 °С до - 60°С. При выполнении платформой трейлера рабочего процесса транспортирования ее несущие металлоконструкции, и несущая балку в том числе, испытывают, в основном, динамические нагрузки, которые обуславливаются взаимным воздействием массы перевозимого груза и платформой трейлера, платформы трейлера, через системы подвески и колеса, с дорожным покрытием. Необходимо учитывать так же взаимодействие между собой узлов конструкции рамы трейлера, воздействия на конструктивные элементы платформы трейлера сцепки с тягачом, что обуславливается силами инерции и ударными нагрузками, которые возникают из за определенных условий движения, погрузочно - разгрузочных и иных работ.

Учитывая вышесказанное, при анализе условий работы конструкции, следует рассматривать характер ее нагружения как хаотичный (нестационарный) - случайный по направлению и величине действующих сил.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

Длительное хаотичное динамическое нагружение металлоконструкций платформы, в сочетании со структурными изменениями во времени (старение), приводит к хрупкому разрушению в результате образования и развития трещин. Образование трещин в литературе объясняется уменьшением пластичности и вязкости металлопроката применяемого для изготовления конструкций. Количество отказов в работе трейлеров по этой причине составляет от 36 до 40% от общего их числа. Как показали испытания образцов полученных из металлоконструкций трейлеров эксплуатировавшихся в течении 3-х лет, произошло снижение величины предела текучести металла на 9-11% и ударной вязкости, особенно при отрицательных температурах: на 42 % при температуре минус 60°C.

Является известным фактом, что при транспортировке на трейлерах небольших по объему тяжелых грузов, в узлах металлоконструкции трейлера регистрируются динамические нагрузки, вызывающие возникновение переменных напряжений. Амплитуда колебаний таких напряжений может находиться в широком диапазоне, но чаще всего это колебания с частотой порядка 9 - 12 Гц. При выполнении прочностных расчетов металлоконструкций трейлеров учитываются колебания нагрузки именно с этой частотой.

В том случае, если разрушение узлов платформы трейлера случается при достаточно высоких и гарантированных значениях ударной вязкости, следует искать причину, как в конструктивных недостатках узлов, например при наличии разного рода концентраторов напряжений, так и в нарушениях или несовершенстве технологии производства или термической обработки металла.

Основные требования, предъявляемые к рассматриваемому изделию:

- обеспечение герметичности (сварные швы высокого качества, не имеющие дефектов);
- обеспечение стабильной линейности размеров и минимального прогиба, кручения изделия.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Анализ технологичности

Технологичность - одно из основных требований, которое обязательно должно учитываться при проектировании конструкции и разработке технологии производства. Порядок анализа технологичности производства конструкции регламентируется ГОСТ 8831-83 и ГОСТ 14202-83. [5, 7]

Технологичность сварной конструкции рассматривают, как возможность ее производства при минимальных затратах времени, материалов и человеческих ресурсов. Оптимальными считаются варианты конструкции, обеспечивающие нормативные служебные характеристики при работе в течение заданного срока эксплуатации и позволяющие изготовить конструкцию с минимальными затратами материалов, времени и человеческих ресурсов.

Выделим критерии технологичности характерные для сварных конструкций.

1. Конструкция должна изготавливаться из стали с хорошей свариваемостью. В этом случае имеется возможность применения широкого спектра сварочных материалов и технологий сварки, что позволят обеспечить требование равнопрочности основного металла и металла сварного шва.

2. Конструктивная форма изделия должна обеспечивать доступность сварных швов для автоматизированной сварки, возможность сварки в нижнем положении сварного шва (или горизонтальном), иметь минимальную протяженность сварных швов и оптимальную форму проплавления.

3. Конструкция, по возможности, должна изготавливаться из металлопроката, без использования литых изделий.

Проанализируем несущую балку трейлера на технологичность:

- а) свариваемость основного материала: без ограничений [9];
- б) имеется широкий выбор сварочных материалов, способных обеспечить металлу сварного шва высокую прочность и вязкость при низких температурах [6];
- в) конструктивная форма балки не затрудняет организацию роботизированной сварки;
- г) конструкция целиком изготавливается из металлопроката.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.123 ПЗ

Анализ конструкции балки на технологичность позволят дать положительное заключение.

1.3 Обоснование выбора основного материала

Сталь для изготовления изделия должна обладать высокой хладостойкостью, пластичностью при сохранении заданного уровня прочности, противодействовать появлению трещин и их распространению.

Несущую балку платформы трейлера предлагается изготовить из стали 15ХСНД: сталь конструкционная низколегированная высокопрочная.

Таблица 1.2 - Область применения стали 15ХСНД [9]

Марка: 15ХСНД	Заменитель: 16Г2АФ, 15ГФ, 14ХГС, 16ГС
Классификация: Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций	Применение: элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до 450°С

Указанная сталь имеет хорошую свариваемость, высокую пластичность и вязкость при низких температурах. Сталь не склонна к образованию горячих и холодных и менее склонна к старению и хладноломкости, коррозии чем стали заменители.[3,9]

Таблица 1.3 - Ударная вязкость, Дж/см² (ГОСТ 19281 – 73), ГОСТ 19283 – 73[9]

Состояние поставки	Сечение, мм	Температура, °С	
		- 40	- 70
		не менее	
Сортовой и фасонный прокат	От 5 до 10	39	34
	От 10 до 20	29	29
	Св. 20 до 32	29	-
Листы и полосы (образцы поперечные)	От 5 до 10 От 10 до 32	КСУ	
		39	29
		29	29

Таблица 1.4 - Химический состав стали 15ХСНД, в % [9]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,12 -0,18	0,4 -0,7	0,4 -0,7	0,3 – 0,6	до 0,04	до 0,035	0,6 -0,9	до 0,008	0,2 -0,4	до 0,08

Таблица 1.5 -Механические свойства стали 15ХСНД при T=20 °С [9]

Сортамент	Размер	σ_B	σ_T	δ_5	КСУ
	мм	МПа	МПа	%	кДж / м ²
Лист, ГОСТ 19282-73	8 - 20	540	350	21	
Прокат, ГОСТ 6713-91	25	470-685	335-345	19-21	290

Механические свойства:

σ_B - Предел кратковременной прочности, [МПа]

σ_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

δ_5 - Относительное сужение, [%]

КСУ - Ударная вязкость, [кДж / м²]

Влияние легирующих элементов на свойства стали марки 15ХСНД

Качество стали можно оценить по наличию легирующих элементов в ее составе, при этом каждый элемент специфически влияет на механические свойства и коррозионную стойкость.

Углерод. Обеспечивает прочность, но он способен значительно уменьшить пластичность и вязкость легируемой стали. Увеличивает прокаливаемость и закаливаемость стали, чувствительность к перегреву и поэтому отрицательно влияет на ее свариваемость. С увеличением содержания углерода в стали. Увеличение содержания углерода в стали при стандартных условиях сварки способствует образованию горячих и, особенно, холодных трещин в сварном шве. Для низколегированных сталей характерно содержание углерода в пределах 0,18 - 0,25 %. [3, 5].

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ				

Кремний - недорогой и распространенный легирующий элемент. Добавляется в небольших количествах, обычно 0,5 - 0,8 %, и способствует увеличению предела текучести и предела прочности стали. Свариваемость стали с увеличением содержания кремния ухудшается.

Марганец - распространенный и относительно недорогой легирующий элемент увеличивающий предел прочности стали и слабо влияющий на пластичность.

В низколегированных низкоуглеродистых сталях с содержанием углерода до 0,2 % добавка марганца в количестве не более 1,2% способствует увеличению ударной вязкости стали. Для широко распространенных сталей с легированием марганцем до 1,8% характерно улучшение показателей прочности, текучести пластичности и вязкости, но при условии уменьшения содержания углерода до 0,14%. При легировании сталей марганцем более 2%, возрастает прочность, но остальные механические свойства ухудшаются. Марганец увеличивает склонность стали к образованию холодных трещин и, одновременно, резко снижает вероятность появления горячих трещин.

Никель – являясь элементом аустенизатором увеличивает вязкость стали и в небольших количествах (до 2%) весьма положительно влияет на свойства стали. Несмотря на это, использование его ограничено, ввиду дефицитности и дороговизны.[7]

Медь - элемент повышающий стойкость стали против атмосферной коррозии, при условии, что ее содержание находится в пределах 0,3 - 0,4%.

Свариваемость

Под технологической свариваемостью понимают способность материала образовывать при рациональном технологическом процессе сварки прочное соединение без существенного снижения технологических свойств свариваемого материала в самом соединении и в прилегающей зоне.

Обязательными критериями при оценке свариваемости являются стойкость сварного соединения против образования горячих и холодных трещин, а также равноценность механических свойств сварного соединения основному металлу.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

Для углеродистых и низколегированных сталей стойкость сварного соединения против образования горячих и холодных трещин оценивается косвенным способом по эквиваленту углерода.[8]

Проверяем склонность металла шва к возникновению горячих трещин при наиболее неблагоприятных условиях (содержание легирующих примесей)

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + 0.01 \cdot Si + 0.04 \cdot Ni) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V}, \quad (1.1)$$

$$HCS = \frac{0.18 \cdot (0.04 + 0.035 + 0.01 \cdot 0.70 + 0.04 \cdot 0.60) \cdot 10^3}{3 \cdot 0.7 + 0.9} = 6,36$$

если $HCS = 6,36 \geq 0,004$ - это означает, что сталь склонна к образованию горячих трещин. Уменьшает вероятность образования горячих трещин ограничения сварочного тока и скорости сварки.

Склонность к образованию холодных трещин проверяем по формуле:

$$C_{э\text{кв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \quad (1.2)$$

$$C_{э\text{кв}} = 0.24 + \frac{0.55}{6} + \frac{0.55}{24} + \frac{0.45}{40} + \frac{0.75}{5} + \frac{0.4}{13} + \frac{0.035}{2} = 0.41\%$$

так как $C_{э\text{кв}} = 0,41 < 0,45$ то металл не склонен к образованию холодных трещин [9]. Однако разница между значениями не велика, а значит велика вероятность в реальных условиях может возникнуть менее удачная совокупность содержания легирующих элементов. В условия предприятия следует в обязательном порядке контролировать по сертификатам химический состав стали металлопроката. Для увеличения стойкости металла сварного шва к образованию холодных трещин при сварке, необходимо предусмотреть снижение содержания углерода и серы, а так же некоторых других элементов. Этого можно добиться, используя проволоку с пониженным, по отношению к основному металлу, содержанием указанных эле-

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДП 44.03.04.123 ПЗ

ментов, а также за счет подбора наиболее подходящей технологии сварки: способ сварки, порядок выполнения сварных швов, конструктивное обеспечение благоприятной формы провара.

1.4 Подготовка к сварке деталей конструкции

При изготовлении несущей балки применяются следующие заготовительные операции: приемка основного металла, правка, очистка, разметка, резка, подготовка поверхности металла под сварку.

Приёмка основного металла.

Прокат принимается партиями. Партия должна состоять из проката одного класса прочности, одного размера по толщине, одного базового химического состава. Масса партии не должна превышать 10 т.

Каждая партия проката сопровождается документом о качестве, содержащим:

- товарный знак или наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование потребителя;
- номер заказа;
- дату выписки документа о качестве;
- номер вагона или транспортного средства;
- наименование продукции, размеры, количество мест, их общая масса и, в случае поставки по сдаточной (теоретической) массе, знак ТМ;
- класс прочности;
- фактический химический состав;
- точность прокатки;
- механические свойства;
- вид плоскостности для листа;
- характер кромки для листа;
- номер НТД;
- штамп отдела технического контроля.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Если для металлопроката потребителем устанавливаются дополнительные характеристики, то в сертификате качества, в дополнение к основному набору характеристик, указываются показатели, полученные в результате испытаний. Это может быть гарантия свариваемости, зачистка заусенцев и прокат без смятия концов, прокат с ультразвуковым контролем сплошности и т.д. В нашем случае это показатель ударной вязкости образца при температуре минус 60 °С сваренного соответствующей проволокой. Из каждой партии отбираются образцы из двух листов. Если результаты испытаний хотя бы по одному показателю будут неудовлетворительными, организуется проведение повторных испытаний.

Правка основного металла

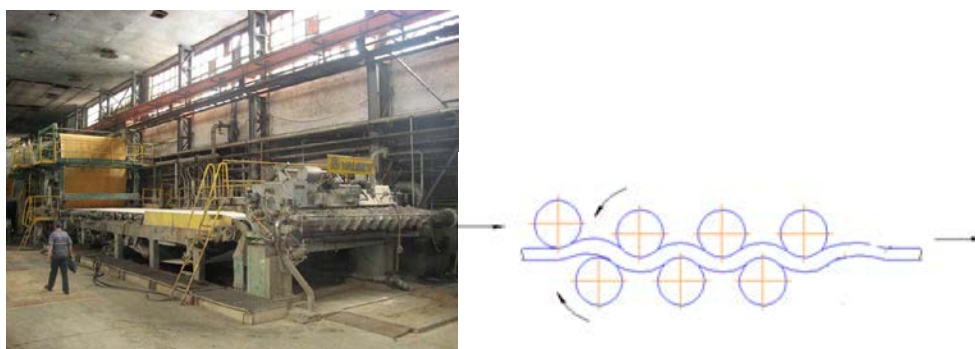


Рисунок 1.2 - Схема правки листов на листоправильных вальцах

Пластины для изготовления конструкции вырезаются из листов горячекатаной стали ГОСТ 19903-74.

Листы и сортовой прокат, имеющие внешнюю деформацию, подлежат правке.

Правка листового металла осуществляется на листоправильной многовалковой машине W43-10×2000. Её технические характеристики представлены в таблице 1.6.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.6 - Техническая характеристика листопрямильной многовалковой машины W43-11×2010

Параметр	Значение
Габаритные размеры обрабатываемого листа, мм:	
толщина	до 22
наибольшая ширина	2010
Скорость правки, м/мин	9,9
Число рабочих валков	11
Мощность электродвигателей привода валков, кВт:	57
Предел текучести обрабатываемого металла, МПа	480
Габаритные размеры, мм:	-
приводной клетки, мм	3300x2800x1900
блюда правки, мм	2600x4000x2700
Длина подающего и приемного рольгангов, мм	15000
Масса, т	57,8

Правка выполняется при положительных температурах листа. Допускается для металлопроката с пределом текучести не более 300 МПа выполнять правку в при температуре проката не ниже -10°C .

Очистка поверхности металла

Для удаления с поверхности проката загрязнений, следов краски, масла, веществ для консервации выполняют очистку металлопроката методом смыва. Если на поверхности проката имеется ржавчина, окалина, заусенцы следует выполнять очистку с использованием установки для дробеструйной очистки DSG-104CSQ. Технические характеристики установки приведены в таблице 1.7. Обработку листов для рассматриваемой выполним дробью стальной рубленой (ДСР) диаметром 1,2 мм. Рабочее давление воздуха - 0,6 МПа, угол наклона сопла к поверхности листа $75-85^{\circ}$, диаметр сменного сопла 6 мм.

Таблица 1.7 - Технические характеристики установки DSG-104CSQ

Параметр	Значение
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа	0,6-1,2
Расход воздуха, м ³ /мин	3,6-5,4
Производительность обработки поверхности, м ² /ч	22
Объем ресивера, л	104
Масса дробы циркулирующей в аппарат, кг	155
Габаритные размеры, мм:	1230x610x600
Масса (без дробы), кг	86

Разметка металла

Разметка применяется при резке мелких заготовок на гильотинных ножницах с наклонным ножом, на отрезных станках, ручной плазменной или газокислородной резке. Лист под разметку следует укладывать на стол маркировкой вверх. Разметку обычно начинают с нанесения базовых линий вдоль длинной стороны листа. Линия может сначала нанесена ниткой (отбивка мелованной нитью), а по меловому следу прочерчена чертилкой, либо сразу чертилкой, если длины деталей находятся в пределах 1 - 2 м. Если деталь имеет прямые кромки, то процесс разметки начинают откладывая вдоль края листа одну из ее длинных сторон, которая служит базой и от которой на чертеже строится контур вырезаемой детали. Разметку начинают отступая от края листа на 10-20 мм, поскольку в противном случае резка кромок на гильотинных ножницах может оказаться затрудненной. В случае, если деталь имеет значительный припуск на обработку, а кромка ее прямолинейна, допускается совмещать край детали с кромкой листа.

Поперечные перпендикуляры к базовой (строевой) линии строятся (восстанавливаются) на ее концах с помощью угольников, штангенциркулей и т.п. Полученный узел разметки проверяется по диагоналям, после чего переходят к построению прочих линий детали, мест резки и сварки.

В настоящее время для разметки контуров деталей, линий позиционирования привариваемых деталей, линий для гибки, а так же для нанесения маркировок применяются разметочно-маркировочная установки и машины. Разметка и маркировка выполняется машиной по заранее заложенной программе в автоматическом режиме. Установки для разметки могут выполнять оптимизацию раскроя.

Резка металла

Эта операция самая трудоемкая и энергозатратная операция заготовительного передела. В общем объеме заготовительных операций резка занимает до 25-45%.

						ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

В заготовительном сварочном производстве применяют механическую, термическую, водную резку.

К механическим способам относят резку на гильотинных ножницах, прессножницах, отрезных станках и на прессах. Все виды ножниц применяются для резки листового, фасонного и сортового металлопроката. Гильотинные ножницы предназначены для резки листового металлопроката. Прессножницы – универсальное устройство, предназначенное пробивки отверстий и для резки на куски мерной длины полосы, сортовой и фасонный прокат. В отрезных станках в качестве режущего инструмента используется абразивный круг (вулканитовый). Производительность резки на отрезных станках ниже, чем на ножницах, поэтому их применяют для резки металлопроката которые невозможно разрезать на ножницах. Обычно это сортовые профили большого сечения и крупный фасонный прокат. Отрезные станки широко применяются при резке труб.

К термическим видам резки относят плазменную, газокислородную и лазерную виды резки. Ручная газокислородная и плазменная резка применяются при резке металлопроката больших сечений и габаритных размеров. Установки резки с ЧПУ используются для резки листов большой толщины (более 30 мм), для вырезки деталей длиной более 3-х метров, при необходимости резки в высокой точностью для использования без дополнительной механической обработки с целью удаления припуска.

Таблица 1.8 - Техническая характеристика установки плазменной резки РРВ 130А

Параметр	Значение
Диаметр трубы, мм	40-345
Длина стола, мм	3000-12200
Ширина стола, мм	1510-6025
Рабочий газ	кислород, азот
Скорость резки, мм/мин.	до 8000
Скорость позиционирования, мм/мин	16000
Точность позиционирования, мм	±0,1
Точность повторения, мм	±0,05

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Резка металлопроката предлагается выполнять на установке комплексного плазменного раскроя листового и трубного проката РРВ 130А. Техническая характеристика станка представлена в таблице 1.8.

Плазменная резка металлов является технологичным и прогрессивным методом раскроя металлов, имеет большую производительность и более безопасна, чем газокислородная резка, а в сравнении с лазерной резкой позволяет разрезать лист большей толщины.



Рисунок 1.3 - станок комплексного плазменного раскроя листового и трубного проката РРВ 130А

Пример раскроя листов из стали 15ХСНД, (ГОСТ 19283 – 73) размером 8×1260×2890 приведен на рисунке 1.9.

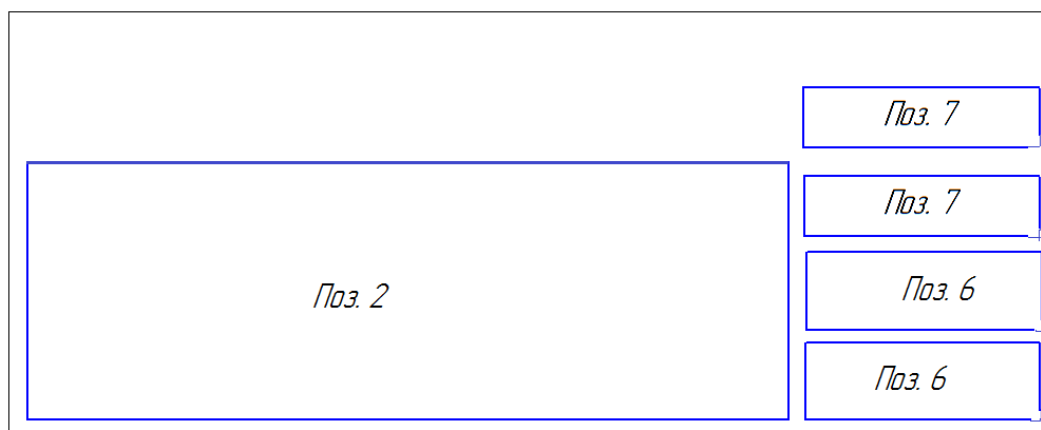


Рисунок 1.9 - Пример раскроя листа (8 мм)

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отходы в процентном исчислении рассчитываем по формуле:

$$\frac{F_{\text{л}} - F_{\text{д}}}{F_{\text{л}}} \times 100\%, \quad (1.3)$$

где $F_{\text{д}}$ – сумма площадей деталей, м²;

$F_{\text{л}}$ – площадь исходного материала – 3.35 м²;

$$\frac{3.35 - 2.51}{3.35} \cdot 100 = 25\%$$

Суммарная площадь деталей - 2.51м², процент отходов равен 25%.

Пример раскроя листов из стали 15ХСНД, (ГОСТ 19283 – 73) размером 16×1260×2890 приведен на рисунке 1.10.

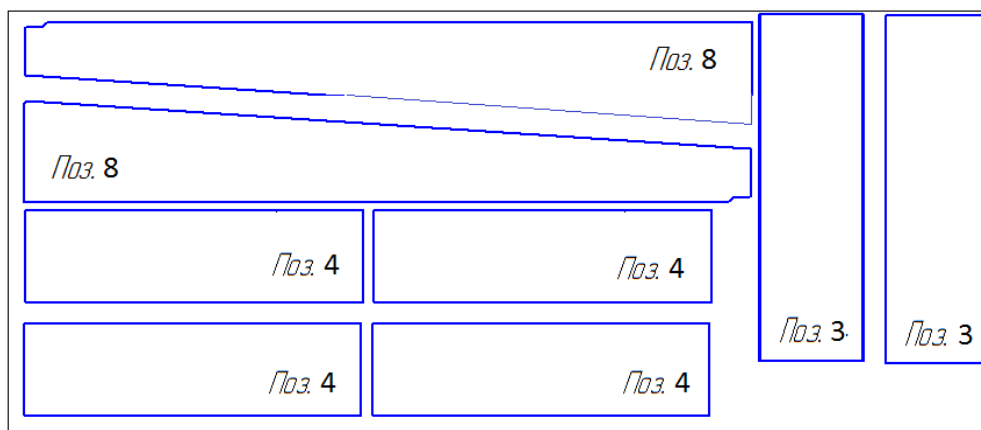


Рисунок 1.10 - Пример раскроя листа (16 мм)

Отходы в процентном исчислении рассчитываем по формуле (1.3), $F_{\text{л}}$ – площадь исходного материала – 6.6 м²

$$(6.6 - 3.81) / 6.6 \cdot 100 = 41\%$$

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Суммарная площадь деталей - 3.81 м², а процент отходов равен 41%.

Отходы являются деловыми, то есть используются в дальнейшем цикле производства.

Пример раскроя листов из стали 15ХСНД, (ГОСТ 19283 – 73) размером 20×1260×2890 приведен на рисунке 1.11.

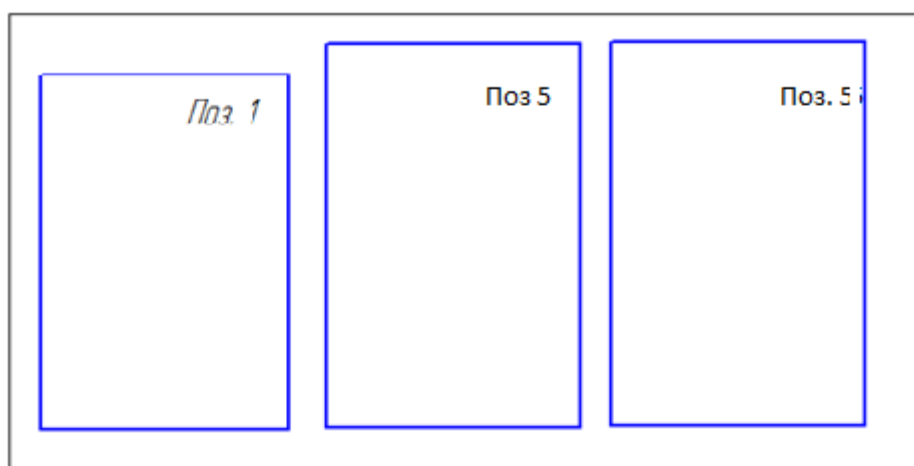


Рисунок 1.11 - Пример раскроя листа (16 мм)

Отходы в процентном исчислении рассчитываем по формуле (1.3), $F_{л}$ – площадь листа – 3,13 м².

$$(3.13-1.47)/3.13 \cdot 100=52\%$$

Суммарная площадь деталей - 1.47 м², а процент отходов равен 52%.

Отходы и в данном случае являются деловыми, будут использоваться в дальнейшем цикле производства.

Подготовка поверхности металла под сварку

Подготовка поверхности свариваемых кромок под сборку и сварку выполняется переносными пневматическими и электрическими шлифовальными машинками. При механической обработке удаляется окалина, ржавчина, грат (после термической резки).

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В рассматриваемом проекте предлагается использовать электрические переносные шлифовальные машинки фирмы Bosch.

Требования к подготовке кромок под сварку

Свариваемые кромки - это свариваемые поверхности деталей, которые подлежат взаимному сплавлению. Скос кромки - это придание оптимальной формы свариваемой кромке с целью получения удовлетворительного сварного соединения.

К конструктивным элементам подготовленных под сварку кромок и выполненных сварных швов относятся:

1. Притупление – это нескошенная часть торца кромки необходимая для предотвращения ожогов.

2. Зазор – расстояние между не скошенной частью кромок необходимые для их проплавления. Увеличением зазора повышается вероятность возникновения напряжения и деформаций, а так же образование трещин. В нахлесточном соединении наличие зазора не желательно, так как ухудшается условия работы конструкции.

3. Угол разделки – угол разделки кромок образуется между скошенными кромками свариваемых частей. Разделка кромок необходима для того что бы приблизить сварочную ванну к корню шва и таким образом обеспечить полный его провар;

4. Выпуклость стыкового шва – часть металла стыкового шва возвышающаяся над поверхностью свариваемых частей.

Форма и геометрические размеры разделки кромок (угол разделки кромок, притупление, зазоры, несовпадение кромок по высоте стыкуемых деталей) должны соответствовать требованиям ГОСТов, иных руководящих документов (РД), в том числе и проектно-конструкторской документации. Перед сборкой проверяется соответствие полученных заготовок требованиям чертежей и технологической документации по маркировке деталей и сертификатам. Качество полученных деталей проверяется внешним осмотром.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

При роботизированной сварке особое внимание следует обратить на величину зазоров полученных при сборке узлов или изделия в целом - отступления от требований чертежей и технологической документации недопустимы.

Кромки, собранные под сварку, не должны иметь на поверхности грязи, ржавчины, окалины, следов краски, консервации, масел. Перед сборкой свариваемые кромки должны быть очищены по торцам и на ширину 30 мм на прилегающей к кромкам поверхности.

1.5 Анализ базового технологического процесса сварки балок

Базовая технология изготовления сварного изделия предусматривала: выполнение сварных швов с помощью полуавтоматической сварки в брете защитных газов.

Основными недостатками этого технологического процесса являются:

- Низкая производительность процесса сварки за счет меньшей скорости сварки;
- Большая себестоимость за счет использования дорогих сварочных материалов;
- Более вредный процесс с точки зрения охраны труда при применении полуавтоматической сварке в среде защитных газов, по сравнению с автоматической сваркой в защитных газах [16].

1.6 Цель и задачи дипломного проекта

Цель проекта: разработать усовершенствованную технологию изготовления несущей балки.

Задачи проекта:

- выбор способа сварки;
- выбор сварочных материалов;

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- расчет режимов сварки;
- выбор сварочного оборудования;
- выбор сварочной оснастки;
- разработка схемы контроля качества;

1.7 Обоснование выбора способа сварки

При рассмотрении возможных способов сварки, ручную дуговую сварки исключим сразу из за невысокой производительности (2-4 кг/час), высокого коэффициент потерь, высокой себестоимости. К тому же этот способ требует высокой квалификации сварщика.

Сварка под слоем флюса.

Применение автоматической сварки под слоем флюса плавящимся электродом эффективнее всего при получении прямолинейных швов протяженностью более 1000 мм. В качестве присадочного материала используется голая электродная проволока (бесконечный электрод) наматываемый в кассеты весом до 40 кг. Зона сварки засыпается слоем флюса высотой 30 - 50 мм. Мощность дуги при сварке под слоем флюса выше, чем при ручной дуговой штучными электродами в 6-10 раз. Под действием теплоты дуги расплавляются основной металл, электродная проволока и некоторая часть флюса, которая образует вязкопластичный купол заполненный парами металла, флюса и газами. Газовая полость, окруженная расплавленным флюсом, защищена от проникновения в него воздуха. Флюс взаимодействуя с металлом сварочной ванны выполняет его металлургическую обработку. По мере продвижения сварочной дуги по ходу сварки на поверхности шва кристаллизуется шлаковая корка, которая затем удаляется. Не расплавившийся флюс собирается флюсоаппаратом и используется при следующих процессах сварки.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ	

Достоинства способа

Количество расплавленного электродного металла в единицу времени определяется как производительность способа сварки. Количество расплавляемого в единицу времени металла зависит от выделяемого в единицу времени количества теплоты, которое прямо пропорционально квадрату величины сварочного тока.

При ручной дуговой сварке большой вылет электрода (до 400 мм) не позволяет увеличивать плотность тока более 15 А/мм^2 из-за перегрева стержня и отделения защитно-легирующего покрытия. При сварке под флюсом вылет электрода составляет всего 30-40 мм, что позволяет увеличить плотность тока до значений $40-60 \text{ А/мм}^2$, благодаря чему значение сварочного тока может быть увеличено в несколько раз. Производительность ручной дуговой сварки не превышает 3 кг/час, а при сварке под слоем флюса - $6 \div 20$ кг/час. При ручной дуговой сварке максимальная скорость сварки 5 м/ч, при сварке под флюсом - 70 м/ч (однофазная дуга). [6]

Находящиеся в расплавленном состоянии основной и электродный металлы изолированы расплавленным флюсом от вредного влияния воздуха. Металлургическая обработка флюсом металла сварочной ванны позволяет получать металл сварного шва без газовых пор, с пониженным содержанием вредных примесей и высокими механическими свойствами. [7]

Использование при сварке высоких плотностей сварочного тока позволяет выполнять сварку деталей толщиной до 12 мм без разделки кромок. Для сварки под флюсом характерно почти полное отсутствие потерь на угар и разбрызгивание - на уровне одного процента при сварке на номинальных режимах. Механизирована подача электрода и движение со скоростью сварки, что позволяет снизить требования к квалификации оператора сварщика. [11]

К недостатком этого способа сварки в рамках использования его для изготовления несущей балке следует отнести необходимость организации удержания флюса при сварке угловых швов.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сварка в среде защитных газов

При этом способе сварке дуга горит в струе защитного газа, который отесняет воздух из сварочной зоны защищая тем самым расплавленный металл от вредного воздействия атмосферных газов.

Основными преимуществами сварки в среде защитного газа перед другими способами являются: надежная защита расплавленного металла от окисления кислородом окружающего воздуха; отсутствие обмазок и флюсов при сварке, усложняющих и удорожающих этот процесс; высокая производительность; простота процесса и возможность его механизации при сварке в различных пространственных положениях с помощью простых приспособлений; хороший внешний вид сварного шва и высокие механические свойства соединения [16].

К недостаткам сварки в защитных газах следует отнести осложнения при проведении сварки на открытом воздухе, особенно в ветреную погоду из-за возможности отдува защитного газа струей воздуха, а также большие выделения вредного газа на рабочем месте сварщика [10,15].

Проанализировав преимущества и недостатки рассмотренных выше способов, окончательно останавливаем свой выбор на сварке в защитных газах.

1.8 Выбор сварочных материалов

Выбор защитного газа

Защитный газ выбирают с учетом особенностей свариваемого металла, а также требований, предъявляемых к сварным швам. Инертные газы применяются для сварки химически активных металлов, а также во всех случаях, когда необходимо получить сварные швы, однородные по составу с основным и присадочным металлом. Активные газы применяют, когда заданные свойства металла можно обеспечить металлургической обработкой (окислением, восстановлением, азотированием и т.д.). [7, 10]

При сварке в среде защитного газа сварочная дуга, сварочная ванна и нагретые участки основного металла изолируются от атмосферы воздуха. Качественное

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оттеснение воздуха защитным газом при струйной защите происходит только в том случае, если течение газа ламинарное. [8]

В связи с постоянно возрастающими требованиями к качеству сварных соединений, проблема выбора защитного газа для сварочных процессов становится все более и более актуальной. Выбор защитного газа также важен для достижения наилучшего результата, как и выбор присадочного материала, оборудования и квалификации сварщика. Правильный выбор защитного газа во многом определяет, как механические свойства, так и внешний вид сварного соединения, а также наличие брызг и шлака при сварке. В качестве защитных газов при сварке плавлением применяют инертные газы, активные газы и их смеси.[16]

Чистые газы, используемые для сварки, это аргон, гелий, и углекислый газ. Эти газы могут иметь как положительное, так и негативное воздействие на дуговой процесс сварки и появление дефектов в сварочном шве.

Аргон (100%) обычно используются для аргонодуговой TIG сварки для всех материалов и MIG сварки цветных металлов. Аргон химически инертен, что делает его пригодным для сварки химически активных и тугоплавких металлов.

Этот газ имеет низкую теплопроводность и потенциал ионизации, что приводит к низкой передаче тепла на внешнюю область сварочной дуги. В результате формируется узкий столб дуги, который в свою очередь, создает традиционный для сварки в чистом аргоне профиль сварочного шва: глубокий и относительно узкий.[8, 10]

В настоящее время в машиностроении при сварке углеродистых и низколегированных сталей используются смеси на базе аргона с добавлением диоксида углерода в количестве до 20% (Corgon 2-20). Стоимость этих смесей не на много превышает стоимость чистого диоксида углерода, традиционно используемого при сварке вышеуказанных классов сталей. Применение смесей Corgon позволит добиться серьезного снижения затрат на зачистку сварных соединений от брызг и улучшить механические свойства металла шва.

						ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Газовая смесь – Corgon 18

Газовая смесь Corgon 18 (K18 ТУ 2114-004-00204760-99) выполнена на основе аргона (Ar - 82 %) с добавкой диоксида углерода (CO₂ - 18 %) и обеспечивает сварку металлоконструкций с хорошим проплавлением корня и боковых стенок сварных швов, особенно при сваривании толстых металлов. Это уменьшает количество дефектов в зоне сварного шва, сокращая количество бракованных деталей. Смесь получила широкое распространение для сварки конструкции в машиностроении в России и за рубежом.

Высокий уровень содержания диоксида углерода способствует очищению поверхности материала от нефти, ржавчины или влаги, снижая при этом необходимость очистки металла перед сваркой и уровень производственных затрат. [10]

Сварочная проволока

Сварочная проволока подбирается по химическому составу и обеспечиваемым механическим свойствам металла сварного шва. Для автоматической сварки в среде выбираем сварочную проволоку марки Св – 08Г2С по ГОСТ 2246 – 70, так как она близка по химическому составу и механическим свойствам для стали марки 15ХСНД и рекомендуется для сварки в литературе.

Таблица 1.9 - Химический состав сварочной проволоки Св – 08Г2С [30]

Элемент	C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	S, %	P, %
						не более	
Содержание элемента, %	0,05-0,11	0,70-0,95	1,8-2,1	≤0,20	≤0,25	0,025	0,030

Преимущества проволоки Св-08Г2С:

- экономически недорогой вид сварочной проволоки широкого применения.
- имеет повышенные механические свойства.
- стабильный химический состав.

Поверхность сварочной проволоки должна быть гладкой, без окалины, ржавчины, масла и других загрязнений. Сварочная проволока поставляется в бухтах и в

					ДП 44.03.04.123 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

катушках. Поскольку изделие будет эксплуатироваться в условия температур до минус 60 °С, необходимо заказывать проволоку обеспечивающую ударную вязкость не ниже 29 Дж/см² при температуре минус 60 °С. Для каждой партии проволоки одной плавки необходимо проводить испытания образцов при заданной отрицательной температуре.

Хранение и подготовка сварочных материалов

Применяемая проволока должна соответствовать требованиям стандартов на ее поставку, что должно быть подтверждено сертификатом. Сварочная проволока перед применением должна проходить входной контроль, включающий [2, 3]:

- проверку наличия сертификатов качества или сертификатов соответствия фирмы (завода-изготовителя);
- проверку сохранности упаковки;
- проверку внешнего вида: отсутствия поверхностных дефектов и следов ржавчины на поверхности;
- замер диаметра.

Сварочные материалы в соответствии с требованиями изготовителей следует хранить в сухих отапливаемых помещениях (температура воздуха – не менее +15 °С) при условиях, предупреждающих их увлажнение и гарантирующих сохранность и герметичность упаковки.

Проволоки сплошного сечения при условии герметичности упаковки и централизованного складирования в специально оборудованном помещении могут храниться без дополнительной проверки перед использованием в течение одного года. Если упаковка негерметична или повреждена, то проволока должна быть подвергнута дополнительной проверке внешнего вида и сварочно-технологических свойств и использована в первую очередь. Дальнейшему длительному хранению такие сварочные материалы не подлежат. Если в результате проверки внешнего вида на поверхности проволоки обнаружены следы ржавчины и (или) в результате проверки сварочно-технологических свойств сварочных материалов установлено,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

что они не обеспечивают требуемое качество сварных швов, то такие сварочные материалы непригодны для сварки конструкций резервуаров.

Каждая партия сварочной проволоки должна быть снабжена сертификатом, в котором указываются: товарный знак предприятия-изготовителя, условное обозначение проволоки, номер плавки и партии, состояние поверхности, химический состав, результаты испытаний и масса проволоки. [5, 6]

К каждой бухте проволоки должна быть прикреплена бирка с указанием: товарного знака предприятия-изготовителя, условного обозначения и диаметра проволоки, номера партии, ГОСТа или ТУ на проволоку, клейма ОТК.

Сварочная проволока сплошного сечения не должна иметь заусенцев, резких переломов или перегибов. Допускается наличие тонкого слоя окисной пленки, не перешедшей в ржавчину. Намотку проволоки на катушки и механическую очистку от ржавчины, масел и других загрязнений рекомендуется выполнять на специальных намоточных станках. Бухты проволоки, имеющей чистую поверхность, можно использовать без перемотки на катушки. В этом случае следует использовать размоточный барабан полуавтомата, а на подающем механизме установить войлочную шайбу для снятия смазки с проволоки.

Перед производственным использованием сварочных материалов их технологические свойства проверяются пробной наплавкой валика на стальной пластине длиной 100-150 мм. По внешнему виду поверхности наплавки, характеру переноса металла, разбрызгиванию и устойчивости горения дуги судят о качестве сварочных материалов. В сомнительных случаях или при неудовлетворительных показателях, материалы бракуются или направляются на дополнительную подготовку.

1.9 Выбор типа сварных соединений, размеры и подготовка кромок

В результате конструктивно - технологического анализа изделия установлено, основной металл – 15ХСНД. Толщина металла таврового и углового соединения для механизированной сварки в среде защитных газов составляет 8..25 мм.

Находим типы сварных соединений, которые подходят для этих толщин.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тавровые соединения.

Тавровое соединение, шов №1.

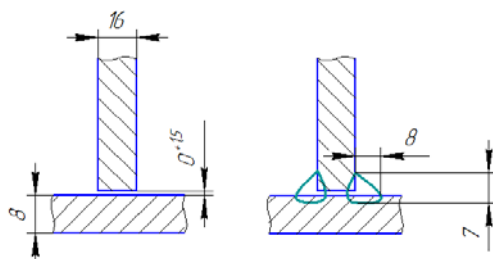


Рисунок 1.4 - Форма и размеры сварного соединения типа Т-3 по ГОСТ 14771-76.

Угловое соединение, шов №2.

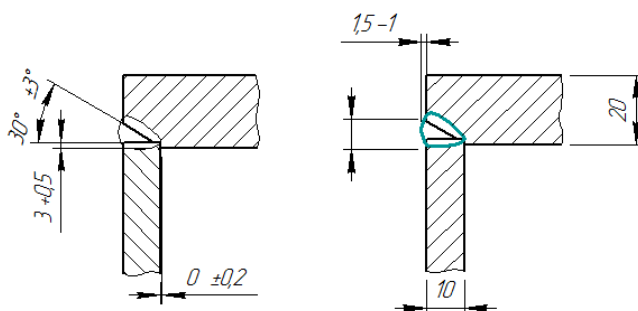


Рисунок 1.5 - Форма и размеры сварного соединения I

Угловое соединение, шов №3.

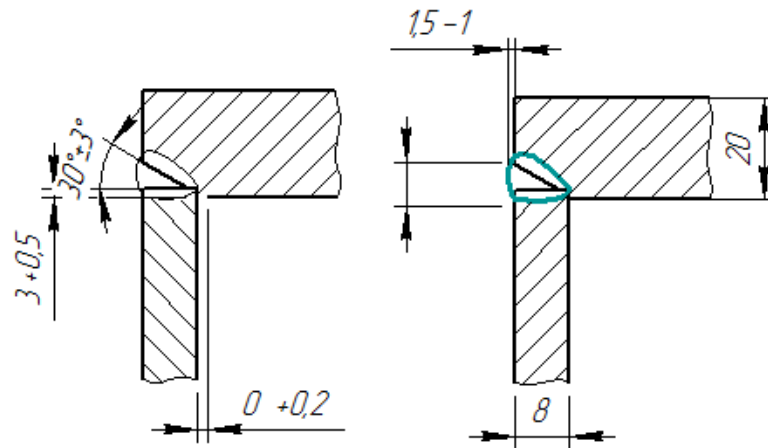


Рисунок 1.6 - Форма и размеры сварного соединения II.

Угловое соединение, шов №4.

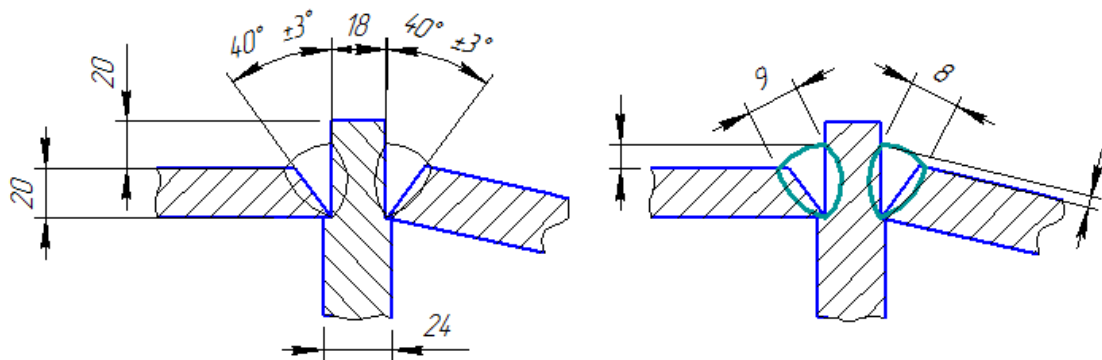


Рисунок 1.7- Форма и размеры сварного соединения III

1.10 Расчет режимов сварки [11, 12, 13]

Расчет режима дуговой сварки в среде защитного газа будем вести по площади наплавленного металла.

При многопроходной сварке швов целесообразно выполнять расчет режима сварки в защитном газе по площади наплавленного металла. Методику целесообразно применять преимущественно при сварке на малых сварочных токах соединений с разделкой кромок, при которой глубина проплавления получается небольшой, и форма шва определяется преимущественно заполнением ее наплавленным

металлом.

Параметры режима сварки, которые требуется рассчитать:

- диаметр электродной проволоки $d_{ЭП}$;
- скорость сварки V_C ;
- скорость подачи электродной проволоки $V_{ЭП}$;
- сварочный ток I_C ;
- напряжение на сварочной дуге U_C ;
- расход защитного газа $q_{з.г}$.

Шов №1: сварное соединение типа Т-3 по ГОСТ 14771-76

Результат приведен в таблице 1.13.

1) Определим площадь наплавленного металла:

$$F_n = \frac{1}{2} \cdot k^2 + 0,7 \cdot e \cdot 0,5 \quad (1.4)$$

$$F_n = \frac{1}{2} \cdot 8^2 + 0,7 \cdot 8 \cdot 0,5 = 34,8 \text{ мм}^2.$$

Выполняем сварку в 1 проход

2) Диаметр сварочной проволоки:

$$d_{e.д.} = k_d \cdot F_n^{0,625} \quad (1.5)$$

$$d_{e.д.} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 34,8^{0,625} = 1,37 \dots 2,37 \text{ мм},$$

Принимаем диаметр сварочной проволоки: $d_{э} = 1,6 \text{ мм}$.

3) Скорость сварки:

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_c \leq \frac{15,9 \cdot d_{e.d}^2 + 67,4 \cdot d_{e.d}^{1,5}}{F_n} \quad (1.6)$$

$$V_c = \frac{15,9 \cdot 2^2 + 67,4 \cdot 2^{1,5}}{34,8} = 26 \text{ м/ч}$$

Скорость сварки находится в допустимом диапазоне (4...10 мм/с).

4) Скорость подачи сварочной проволоки:

$$V_{e.d} = \frac{4 \cdot F_n \cdot V_c}{\pi \cdot d_{e.d}^2 \cdot (1 - \psi_p)} \quad (1.7)$$

$$V_{e.d} = \frac{4 \cdot 34,8 \cdot 7,306}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 79 \text{ мм/с} = 284 \text{ м/ч}$$

5) Сварочный ток:

$$I_c = d_{з0} (\sqrt{1450 \cdot d_{з0} \cdot V_{з0} + 145150} - 382) \quad (1.8)$$

$$I_c = 1,6 (\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 79 + 145150} - 382) = 278 \text{ А}$$

Принимаем $I_{с6} = 280 \text{ А}$

6) Сварочное напряжение:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c \quad (1.9)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В.}$$

7) Расход защитного газа:

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$q_{зг} = 0,2 * I_c^{0.75} \quad (1.10)$$

$$q_{зг} = 0,2 * 278_c^{0.75} = 14 \text{ л / мин}$$

8) Определяем длину вылета электродной проволоки.

$$l_e = 10d_{ед} \pm 2d_{ед} \quad (1.11)$$

$$l_e = 10 \cdot 1.6 \pm 2 \cdot 1.6 = 19.2 \text{ мм}$$

Таблица 1.10 – Параметры режима сварки шва №1

№	Наименование	Обозначение	Данные
1	Определяем площадь наплавленного металла, мм ²	F _н	34,8
2	Диаметр сварочной проволоки, мм	d _{е.д.}	1.6
3	Скорость сварки, м/ч	V _с	26
4	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	V _{е.д.}	284
5	Сварочный ток, А	I _с	280
6	Сварочное напряжение, В	U _с	28
7	Расход защитного газа, л/мин	q _{зг}	14
8	Длина вылета электродной проволоки, мм	L _в	19,2

Шов №2:

Результат расчета приведен в таблице 1.14.

1) Определим площадь наплавленного металла:

$$F_n = \frac{f}{2} \cdot tg15 + 0,7 \cdot e \cdot q \quad (1.12)$$

$$F_n = \frac{8}{2} \cdot tg15 + 0,7 \cdot 12 \cdot 1.5 = 31 \text{ мм}^2.$$

Выполняем сварку в 1 проход

2) Диаметр сварочной проволоки по формуле (1.5)

$$d_{e.d.} = (0,149...0,409) \cdot 31^{0,625} = 1.31...2.31 \text{ мм},$$

Принимаем диаметр сварочной проволоки: $d_{\text{э}} = 1.6 \text{ мм}$.

3) Скорость сварки рассчитываем по формуле (1.6)

$$V_c = \frac{15,9 \cdot 1.6^2 + 67,4 \cdot 1.6}{31} = 4.3 \text{ мм/с} = 15 \text{ м/ч}$$

Скорость сварки находится в допустимом диапазоне (4...10 мм/с).

4) Скорость подачи сварочной проволоки по формуле (1.7)

$$V_{e.d.} = \frac{4 \cdot 31 \cdot 4.3}{3,14 \cdot 1.6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78 \text{ мм/с} = 280 \text{ м/ч}$$

5) Сварочный ток по формуле (1.8)

$$I_c = 1.6(\sqrt{1450 \cdot 1.6 \cdot 78 + 145150} - 382) = 271 \text{ А}$$

Принимаем $I_{c\text{э}} = 270 \text{ А}$

6) Сварочное напряжение по формуле (1.9)

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 270 = 28 \text{ В}.$$

7) Расход защитного газа по формуле (1.10):

$$q_{\text{зг}} = 0,2 \cdot 280_c^{0,75} = 14 \text{ л/мин}$$

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8). Определяем длину вылета электродной проволоки (1.11)

$$l_6 = 10 \cdot 1.6 \pm 2 \cdot 1.6 = 19.2 \text{ мм}$$

Таблица 1.11 – Параметры режима сварки шва №2

№	Наименование	Обозначение	Данные
1	Определяем площадь наплавленного металла, мм ²	F _n	31
2	Диаметр сварочной проволоки, мм	d _{e.d.}	1.6
3	Скорость сварки, м/ч	V _c	15
4	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	V _{e.d.}	280
5	Сварочный ток, А	I _c	270
6	Сварочное напряжение, В	U _c	28
7	Расход защитного газа, л/мин	q _{зг}	14
8	Длина вылета электродной проволоки, мм	L _в	19.2

Шов №3: сварное соединение II

Параметры режима сварки шва №3 рассчитываются аналогично параметрам расчета сварки шва №2.

Результат приведен в таблице 1.15.

Таблица 1.12 - Параметры режима сварки шва №3

№	Наименование	Обозначение	Данные
1	Определяем площадь наплавленного металла, мм ²	F _n	28
2	Диаметр сварочной проволоки, мм	d _{e.d.}	1.6
3	Скорость сварки, м/ч	V _c	18
4	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	V _{e.d.}	250
5	Сварочный ток, А	I _c	260
6	Сварочное напряжение, В	U _c	25
7	Расход защитного газа, л/мин	q _{зг}	13
8	Длина вылета электродной проволоки, мм	L _в	16

Шов №4: сварное соединение (выноска III)

1) Определим площадь наплавленного металла:

$$F_n = \frac{f}{2} \cdot \text{tg } 20 + 0,7 \cdot e \cdot q \quad (1.13)$$

где f – Высота разделки сварного шва, f=20 мм;

e – Ширина сварного шва, $e=16$ мм;

q – Выпуклость сварного шва, $q=3$ мм;

α – Угол разделки кромок, $\alpha=40^\circ$.

$$F_n = \frac{20}{2} \cdot \operatorname{tg} 20 + 0,7 \cdot 16 \cdot 3 = 56 \text{ мм}^2.$$

Выполняем сварку в 2 прохода, сечение первого прохода $F_n = 25 \text{ мм}^2$, сечение второго прохода 31 мм^2 . Выполним расчет только для прохода сечением 25 мм, поскольку параметры режима сварки сварного шва сечением 31 мм² уже имеются

2) Диаметр сварочной проволоки по формуле (1.5):

$$d_{e.d.} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 25^{0,625} = 1,2 \dots 2,1 \text{ мм},$$

Принимаем диаметр сварочной проволоки: $d_{\text{э}} = 1,6$ мм.

3) Скорость сварки (1.6):

$$V_c = \frac{15,9 \cdot 1,6^2 + 67,4 \cdot 1,6}{25} = 5,3 \text{ мм/с} = 19 \text{ м/ч}$$

Скорость сварки находится в допустимом диапазоне (4...10 мм/с).

4) Скорость подачи сварочной проволоки (1.7):

$$V_{e.d.} = \frac{4 \cdot 25 \cdot 5,3}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 67 \text{ мм/с} = 242 \text{ м/ч}$$

4) Сварочный ток (1.8):

$$I_c = 1,6(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 67 + 145150} - 382) = 252 \text{ А}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ				

Принимаем $I_{сг}=250\text{А}$

6) Сварочное напряжение (1.9):

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 250 = 23\text{В.}$$

7) Расход защитного газа (1.10):

$$q_{зг} = 0,2 * 250_c^{0,75} = 13\text{л / мин}$$

8). Определяем длину вылета электродной проволоки.

$$l_g = 10 \cdot 1.6 \pm 2 \cdot 1.6 = 16\text{мм}$$

Таблица 1.13 - Параметры сварного шва №4

№	Наименование	Обозначение	Проход	
			1	2
1	Определяем площадь наплавленного металла, мм ²	F _n	25	31
2	Диаметр сварочной проволоки, мм	d _{e.d.}	1.6	1.6
3	Скорость сварки, м/ч	V _c	19	15
4	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	V _{e.d.}	242	280
5	Сварочный ток, А	I _c	250	270
6	Сварочное напряжение, В	U _c	23	28
7	Расход защитного газа л/мин	q _{зг}	13	14
8	Длина вылета электродной проволоки, мм	L _в	16	19.2

1.11 Общие требования к источникам сварочного тока и оборудованию при сварке

Сварочное оборудование должно удовлетворять всем требованиям технологического процесса, а также отвечать требованиям техники безопасности при изготовлении несущей балки. Оборудование должно соответствовать нормам безопас-

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.12 Выбор сварочного оборудования для полуавтоматической и автоматической сварки в среде защитного газа

При традиционном и наиболее широко применяемом способе механизированной сварки используют источник питания с жесткой вольтамперной характеристикой (ВАХ), сплошную сварочную проволоку и углекислый газ в качестве защитного. При этом процесс переноса наплавляемого металла осуществляется сериями коротких замыканий. В процессе переноса металла имеет место хаотичный характер изменения сварочного напряжения и тока. Процесс отделения образуемой на торце электрода капли расплавленного металла и ее переход в сварочную ванну происходят при высоком уровне сварочного тока. Это обуславливает определенную нестабильность процессов, происходящих в дуговом промежутке, и характерное разбрызгивание при сварке. [8]

Импульсный процесс в среде смеси газов $Ar+CO_2$ принципиально отличается от обычной механизированной сварки в углекислом газе возможностью прямого управления условиями переноса электродного металла в сварочную ванну. Это обеспечивают быстродействующая инверторная схема источника питания, специальный электронный микропроцессорный модуль, принудительно задающий необходимый уровень сварочного тока, и контур обратной связи, отслеживающий изменения напряжения дуги. В течение всего цикла переноса капли сварочный ток жестко зависит от фазы ее формирования и перехода в сварочную ванну. Идентификация фазы переноса осуществляется за счет напряжения, постоянно снимаемого с дугового промежутка.[14]

Методика настройки источника очень проста. Первоначально выбирают скорость подачи проволоки исходя из необходимой скорости сварки, далее значение базового тока, при котором короткие замыкания осуществляются с оптимальным размером капли, а затем пиковый ток и время спада, доводя разбрызгивание и дымообразование до минимального уровня.

При подборе режима сварщик должен установить необходимую скорость подачи проволоки, определяющую производительность наплавки, и настроить ме-

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.123 ПЗ

ханизм подачи проволоки на режим, облегчающий работу и понижающий вероятность возникновения дефектов (двух/четырёх шаговый режим, точечный режим, скорость подачи до зажигания дуги, ускорение при переходе на рабочую скорость, длительность предварительной и после сварочной подачи защитного газа, растяжка дуги в момент прекращения сварки). Настройка инверторного источника иная, чем у обычного полуавтомата с жесткой ВАХ. Поскольку процесс сварки полностью контролируется микропроцессором, сварщик лишь задает параметры и форму токовых импульсов, возникающих в контуре при переносе капли: устанавливаются значения базового (0 — 125 А) и пикового (0 — 450 А) токов, а также длительность заднего фронта импульса капли. Кроме того, перед началом работы источник настраивается на материал (углеродистая/коррозионно-стойкая сталь) и диаметр (1,0 мм и менее или 1,2 мм и более) используемой сварочной проволоки. Функция "горячего старта" обеспечит качественное зажигание дуги и хорошее проплавление в начале шва.

Значительное снижение разбрызгивания при сварке позволяет сократить расходы на последующую зачистку сварных швов и использовать процесс для выполнения ответственных чистовых соединений. Уменьшение общего тепло вложения приводит к снижению сварочных деформаций, что особенно важно при сварке тонколистового металла. [19]

Таким образом, новая технология сварки, в которой перенос электродного металла осуществляется за счет сил поверхностного натяжения, обеспечивает прямое управление условиями формирования сварного шва, что расширяет технологические возможности механизированной сварки, позволяя заменить трудоемкие и малопроизводительные процессы сварки на более эффективные. [7]

На основе всей изложенной выше информации можно сделать следующий вывод: применение инверторных источников питания сокращает потери и накладные сварочные расходы. Понижение уровня разбрызгивания означает снижение затрат, связанных с очисткой свариваемых изделий, используемых приспособлений и деталей сварочных горелок (сопел). Кроме того, значительно повышаются сварочно-технологические свойства процесса, имеющего низкий уровень разбрызгивания и дымообразования за счет использования сварочной газовой смеси на базе аргона.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

Проведя сравнение перечисленных моделей, при почти равных технических характеристиках, выбираем оборудование ДС400.33УКП с управляемым капле переносом и механизмом подачи проволоки ПМ-4.33 фирмы «Технотрон» по показателям:

1. наименьшая потребляемая мощность;
2. наличие функции управляемого капле переноса;
3. четырехроликовый механизм подачи проволоки;
4. положительные отзывы потребителей;
5. наличие гарантийного и что самое главное пост гарантийного обслуживания.

Робот для дуговой сварки FANUC ARC Mate 103iSC

Для автоматической сварки секций балки предлагается использовать сварочный робот фирмы FANUC, а конкретно роботам серии — Arc Mate- это наиболее продвинутая линейка перспективных роботов в области дуговой сварки. Роботы этой серии прекрасно зарекомендовали себя на предприятиях Свердловской области по таким направлениям как: дуговая сварка, сварка лазером, пайка мягким припоем и резка. Модели данной серии созданы для реализации потребительских целей, с возможностью учета требований производства. В наличии имеется широкий выбор инструментов и программного обеспечения, что позволяет расширять функциональные возможности машины. Автоматизация сварочных работ позволяет более эффективно организовать работу и сократить производственный цикл. Роботы этой серии компактны, занимают небольшую область рабочей зоны участка и обеспечивают высокую её безопасность. Адаптивное программное обеспечение ArcTool 4.0i позволяет легко управлять технологическим процессом и вносить необходимые коррективы. Система iRVision контролирует и компенсирует возмущения во взаимном положении горелки и изделия в пространстве. Комплект TorchMate контролирует изменения в работе сварочной горелки и сводит к минимуму время на техническое обслуживание. Для организации автоматической свар-

						ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

ки выбираем робот FANUC ARC Mate 103iSC (рисунок 1.8). Технические характеристики робота приведены в таблице 1.13.



Рисунок 1.8 - Робот для дуговой сварки FANUC ARC Mate 103iSC

Особенности модели:

- Шестиосевой робот предназначен для работы с большими деталями, за счет объемной рабочей площади
- Отличается универсальностью крепления как в перевернутом виде, под углом так и в стандартном положении, для эффективного использования рабочего пространства
 - Выполняет сварочные работы на большой скорости
 - Соотношение радиуса рабочего действия и длины хода составляет 1420 мм к 1366 мм
- Совместно с встроенным контроллером происходит интеграция с системой сварки, на базе контроллера подключается функция технического зрения

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

Таблица 1.13 - Технические характеристики роботов серии FANUC ARC Mate 103i

Характеристика	Значение
Количество осей	6
Вес, кг	130
Технические характеристики станка	
Грузоподъемность, кг	12
Диапазон температур	0°C - +45 °C
Интегрированные компоненты	Восемь встроенных входов и восемь встроенных выходов
Максимальный радиус действия	1420 мм
Стабильность повторяемости	± 0.08 мм
Электропитание	200 - 230 В

Набор вспомогательного оборудования

Электросварщик должен быть обеспечен: спецодеждой по установленным нормам [24], щитком для защиты глаз ГОСТ 12.4.035-84 [25] с соответствующим светофильтром [26], пневматическим зубилом, шлифовальной электромашиной; щеткой металлической, кувалдой, молотком, трубцинами по ОСТ5.9716-78; набором измерительных шаблонов и клейм для механического клеймения сварных соединений.

1.13 Подбор сборочно-сварочных приспособлений

По конструктивному оформлению и за характером использования сборочно-сварочную оснастку делят на универсальную и специализированную.[2]

Требования к сборочно-сварочной оснастке [2, 19]

Сборочно-сварочная оснастка должна обеспечивать:

- установку деталей в сварочном узле без подгонных операций;
- точность сборки в пределах установленных чертежом допусков;
- доступ к местам прихватов и сварки;
- наиболее выгодный порядок и последовательность наложения сварочных швов;
- соблюдение заданного размера между кромками сварочных деталей;
- надежное закрепление свариваемого изделия силовыми прижимами;

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- возможность сварки в нижнем положении;
- быстрый отвод теплоты от мест интенсивного нагрева;
- снижение сварочных деформаций в свариваемом узле;
- предохранение всех базовых и установочных поверхностей;
- безопасность эксплуатации.

Для уменьшения трудоемкости и продолжительности работы, повышения качества и снижения себестоимости изделия применяют механизированные приспособления для сборки свариваемой конструкции и позиционирования ее в пространстве при сборке и в процессе сварки. Для позиционирования секций балки при сборке под сварку предлагается использовать кантователь разработанный и изготовленный в условиях автопредприятия. В качестве позиционера при сварке предлагается использовать кантователь серии КС-ПЦ.

Кантователь для сборки и сварки плиты балки

Кантователь горизонтальный с подъёмными центрами КС-ПЦ 3000 предназначен для синхронного подъема, удержания и кантования на 360° крупногабаритных и тяжеловесных деталей и их узлов при проведении сварочных и прочих технологических работ.

Таблица 1.16 - Технические характеристики горизонтального кантователя с подъёмными центрами КС-ПЦ 3000

Максимальная грузоподъемность двух подъемных стоек, кг	Макс. частота вращения, мин ⁻¹	Угол поворота вращения, градус	Вертикальный ход, мм	Высота оси вращения от уровня пола, мм	Точность позиционирования, мм	Тип привода механизмов подъема и вращения	Мощность электродвигателей мех-ов подъема/вращения, кВт	Напряжение питания, В
3000	2	360	1400	860...2260	±2	электро-механический	11,0/5,5	380 (50Гц)

Кантователи серии КС-ПЦ выполнен в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69 и сохраняет свои основные параметры при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40 °С.

Функции кантователя

- Обеспечение требуемого положения изделий на рабочих позициях при сварке путем подъема, опускания и поворота, в том числе при роботизированной сварке.
- Поворот свариваемой детали вокруг горизонтальной оси для ее помещения в удобное положение.
- Поворот на определенный угол и перемещение изделия для придания благоприятного положения при проведении подготовительных к сварке, сборочных, очистных, отделочных, окрасочных работ.

Кантователь КС-ПЦ состоит из двух подъёмных стоек - приводной 1 и ведомой 2, установленных на опорные рамы 3 и 4, закрепленных к бетонному основанию при помощи анкерных болтов; приспособления-спутника 5 с нижними 6 и верхними 7 механизмами фиксации; закрепленного на приводной стойке электрошита управления 8.

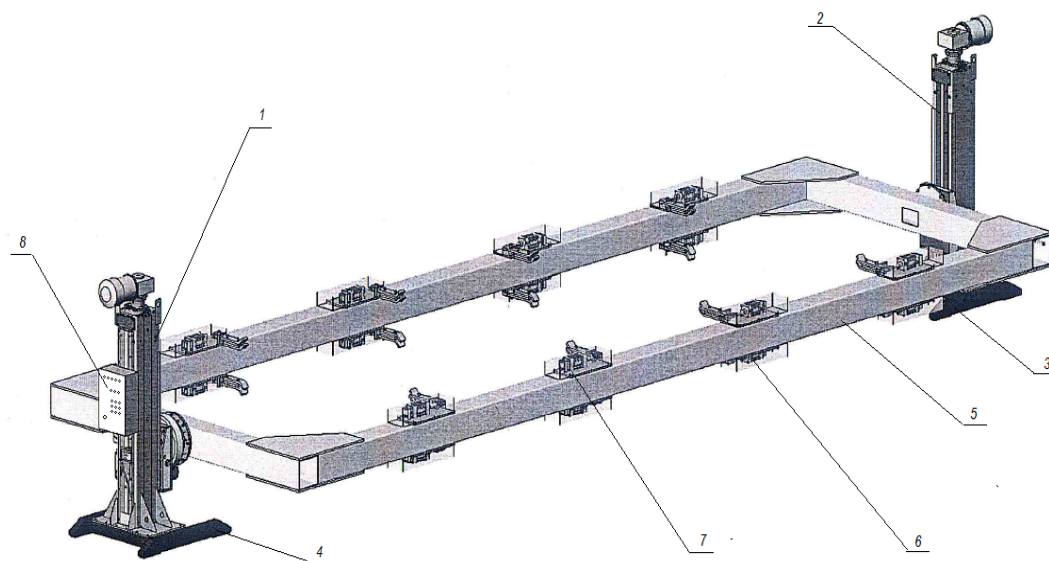


Рисунок 1.7 - Кантователь КС-ПЦ

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

Подъемные стойки представляют собой сварные колонны, на которых размещены механизмы подъема с электромотором, каретки с закрепленной на ней рабочей плиты кантователя.

Механизм подъема предназначен для вертикального перемещения каретки с кантователя и представляет собой винтовой домкрат с электромеханическим приводом.

Вращающее устройство состоит из опорно-поворотного устройства с червячной передачей, червячного редуктора, трехфазного асинхронного электродвигателя и соединительной муфты.

Прижимы предназначены для фиксации деталей в приспособлении-спутнике. Управление прижимами осуществляется при помощи пневмораспределителей.

Система управления кантователя

Система электрооборудования кантователя может работать в следующих режимах управления:

- ручной: с местной панели управления;
- автоматический :с местной панели управления или панели интегрированной с контроллером робота;
- дистанционный автоматический: по радиоканалу с местной панели управления или панели интегрированной с контроллером робота;

Система электрооборудования предназначена для обеспечения работы кантователя в заданном режиме и защиты обслуживающего персонала и его составных частей от аварийных ситуаций.

Система электрооборудования выполняет следующие функции:

- включение и выключение электрооборудования кантователя;
- управление операцией загрузки и вращением кантователя в ручном или автоматическом режиме;
- дистанционное управление исполнительными устройствами кантователя по радиоканалу с переносного пульта или контроллером робота;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

сти указанные в СНиП 21-01-97 [28] и противопожарные нормы СНиП 2.01.02-85 [29].

1.15 Описание технологического процесса сборки и сварки

Технологический процесс изготовления несущей балки трейлера

Таблица 1.17 - Технологический процесс заготовительного и формообразующего производства

№	Название операции	Основные переходы	Необходимое оборудование
010	Транспортная	1. Загрузить прокатный металл на самоходную тележку. 2. Транспортировать прокатный металл на заготовительную участок. 3. Разгрузить.	Мостовой кран Самоходная тележка
015	Очистка	Очистить прокат от загрязнений	Машина для мойки 168-036 Черкасское НПО "Комплекс".
020	Правка	Править листы	Многовалковая листо- равильная машина МЛЧ1725 ГОСТ 7600-90
025	Разметка	Разметить листы	Шаблоны ТУ65-176-74-80 чертилки ГОСТ 5550-88
030	Резка	Резать листы на нужные заготовки, согласно схеме раскроя.	Портальная машина для плазменной резки ЧПУ.
040	Механическая обработка	1. Произвести зачистку поверхностей кромок заготовок после ПР. 2. Подготовить кромки деталей под сварку.	Турбина Bosh. Круги 3М.
045	Транспортная	1. Загрузить детали в тару. 2. Загрузить тару на электрокар. 3. Транспортировать тару до сборочно-сварочного цеха. 4. Разгрузить.	Автокар

Таблица 1.18- Технологический процесс сборочно-сварочного производства

№	Название операции	Основные переходы	Необходимое оборудование
1	2	3	4
Технологический процесс сборки-сварки под узла №1 (правый кронштейн)			
055	Сборочная	1. Зафиксировать по упорам деталь на кантователе для сборки 2. Собрать, прижать деталь	Магнитный упор, винтовые откидывающиеся прижимы
060	Сварочная	Выполнить прихватки по ГОСТ 14771-76. Длина прихваток 50мм шаг 200мм. Режим сварки, шов №1: I св = 350А, U св = 31.5В, dэ = 1,6 мм. Выполнить кантование полученного изделия.	Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП. Мостовой кран.
065	Сборочная	Согласно проектной документации устанавливаем перегородки к полученному ранее изделию. Контролируем взаимное расположение деталей.	Молоток
070	Сварочная	Выполнить прихватки по ГОСТ 14771-76. Длина прихваток 20мм шаг 100мм. Режим сварки, шов №1: I св = 350А, U св = 31.5В, dэ = 1,6 мм.	Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП.
075	Сборочно-сварочная	Согласно проектной документации устанавливаем крышку несущей балки в полученное ранее изделие. Контролируем взаимное расположение деталей. Прижать молотком (любым подручным предметом), проставить прихватки по У-4ГОСТ 14771-76. Режим сварки, шов №4: I св = 360А, U св = 32В, dэ = 1.6 мм.	Молоток. Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП.
080	Сварка	Выполнить сварку деталей между собой по указанным ранее режимам.	Сварочный автомат А-525
085	Механическая обработка	Зачистить сварные швы и зону термического влияния от цветов побежалости до металлического блеска. Очистить поверхность деталей от брызг расплавленного металла.	Турбина Bosh. Круги 3М.
090	Контроль	Произвести визуальный осмотр сварных швов под узла в объеме 80%. Выполнить измерительный контроль сварной конструкции.	Шаблоны сварщика (катетоизмерители). Рулетка. Линейка-угольник.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист

Продолжение таблицы 1.18

Технологический процесс сборки-сварки под узла №2 (левый кронштейн)			
095	Технологический процесс сборки и сварки под узла №2 аналогичен технологическому процессу сборки и сварки под узла №1.		
Технологический процесс сборки-сварки под узла №3 (подъемная рама)-изготавливается 1шт.			
1	2	3	4
100	Сборочная	Устанавливаем стенку на поверхность основания, соблюдаем перпендикулярность между деталями. Контролируем взаимное расположение деталей.	Линейка-угольник. Прижимы. Пагнитные упоры.
105	Сварочная	Выполнить прихватки по ГОСТ 14771-76. Длина прихваток 20мм шаг 100мм. Режим сварки, шов №1: I св = 350А, U св = 31.5В, dэ = 1,6 мм.	Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП.
110	Сборочно-сварочная	1.Согласно проектной документации устанавливаем по очередно на ранее собранное изделие три перегородки позиция . 2.В момент выполнения прихваток на торцевую поверхность детали позиция воздействовать ручкой молотка (подручным предметом), прижать, к детали позиция . 3. Выполнить прихватки по ГОСТ 14771-76. Длина прихваток 20мм шаг 100мм. Режим сварки, шов №1: I св = 350А, U св = 31.5В, dэ = 1,6 мм.	Линейка-угольник. Молоток. Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП.
115	Сборочная	Собираем полученное ранее изделие с деталью с обратной стороны. Контролируем взаимное расположение деталей, соблюдаем перпендикулярность. Прижимаем к ранее установленным вертикальным перегородкам .	Линейка-угольник. Молоток.
120	Сварочная	Выполнить прихватки по ГОСТ 14771-76. Длина прихваток 20мм шаг 100мм. Режим сварки, шов №1: I св = 350А, U св = 32 В, dэ = 1,6 мм.	Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП.
125	Сварка	Выполнить сварку деталей между собой по указанным ранее режимам.	Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП.
130	Механическая обработка	Зачистить сварные швы и зону термического влияния от цветов побежалости до металлического блеска. Очистить поверхность деталей от брызг расплавленного металла.	Турбина Bosh. Круги 3М.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3	4
135	Сборочная	<p>1. Кладем деталь стенка на платформу для сборки-сварки, фиксируем с помощью прижимов.</p> <p>2. Полученное ранее изделие поднимаем с помощью мостового крана, переводим с горизонтального пространственного положения в вертикальное, после чего опускаем на деталь, контролируем взаимное расположение деталей. Делается это для того чтобы варить в удобном нижнем положении.</p>	Прижим. Мостовой кран.
145	Сварочная	<p>1.Выполнить прихватки, длина прихваток 20мм шаг 100мм.</p> <p>2.Выполнить приварку по Т-6 ГОСТ14771-76. Режим сварки, шов №3: I св = 510А, U св = 39В, dэ = 1,6 мм.</p>	Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП.
150	Механическая обработка	Зачистить сварные швы Очистить поверхность деталей от брызг расплавленного металла.	Турбина Bosh. Круги 3М
155	Сборочно-сварочная	Стыкуем сваренную половинку центральной рамы с соединительной пластиной, таким образом, чтобы по ее краю оставалась свободная зона 20±1мм. Ставим прихватки: длина 20мм, шаг 100мм, вторую половину рамы стыкуем с этой же соединительной пластиной по той же технологии	Мостовой кран Сварочный полуавтомат ДС400.33
160	Сварочная	<p>1. Сварку выполнить на катодном, роботом. Швы сваривать в нижнем положении, для чего следует кантовать раму. Начинать необходимо с наложения вертикальных швов, чтобы предотвратить выгиб центральной рамы вверх. Швы накладываем от нижней плоскости к верхней, что позволит снизить риск разрыва прихваток и отклонение пластин от заданной чертежом геометрии. Выполнить сварку Т1 по ГОСТ 14771-76.Режим сварки, шов №1: I св = 350А,U св = 31.5В, dэ =2мм.</p> <p>2. После наложения вертикальных швов, центральную раму располагают горизонтально и выполняют сварку верхних соединений угловым швом У6 по ГОСТ 14771-76. Режим сварки, шов №4: I св = 500А, U св = 39В, dэ = 1,6 мм.</p> <p>2. Когда сварка швов снаружи закончена центральную раму снимают, кантуют на 180° и проваривают внутренние стыки.</p>	Сварочный робот

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3	4
165	Механическая обработка	Зачистить сварные швы и зону термического влияния от цветов побежалости до металлического блеска. Очистить поверхность деталей от брызг расплавленного металла.	Турбина Bosh. Круги 3М
170	Контроль	Произвести визуальный осмотр сварных швов подузла объеме 80%. Выполнить измерительный контроль сварной конструкции	Шаблоны сварщика (катетоизмерители). Рулетка.
Технологический процесс сборки-сварки несущей балки трейлера			
175	Сборочная	К центральной раме мостовым краном подают правый и левый кронштейн Выставляем под узлы в соответствии с чертежом. Контролируем взаимное расположение подузлов.	Мостовой кран Прижим.
180	Сварочная	1. Прихватки выполняются длиной 20 мм с шагом 100 согласно требованиям чертежа. 2. После прихватки, зачистки и контроля постановки прихваток начинаем сварку с вертикальных соединяющих швов, для чего балка кантуется на бок. Стык следует сваривать от нижней плоскости балки к верхней с перекрытием на горизонтальный стык. Величина перекрытия - 20 мм. После сварки вертикальных швов выполняем сварку горизонтального стыка в нижнем положении. Для чего необходимо скантовать балку, расположив верхний стык горизонтально. Сварку начинаем с вертикального шва с перекрытием его на 10-15 мм. Выполняем тавровый шов катетом 8 мм, шов сплошной по ГОСТ 14771-76 Режим сварки, шов №3: I св = 480А, U св. = 36В, dэ = 1,6 мм. 3. После сварки горизонтального стыка, необходимо скантовать балку краном на бок и выполнить сварку стыка. Катет шва 15 мм. Шов сплошной, в три прохода.	Мостовой кран Сварочный полуавтомат ДС400.33УКП. Сварочный автомат А-525
185	Механическая обработка	Зачистить сварные швы и прилегающую зону до металлического блеска. Прочие поверхности очистить от брызг.	Турбина Bosh. Круги 3М
190	Контроль качества	Выполнить ВИК 100% сварных швов с целью выявления подрезов, непроваров, трещин, пор и т.д. дефекты устранить. Выполнить контроль указанных в технологической документации сварных швов магнитопорошковым методом	Комплект инструментов для ВИК. Комплекет МПК-02. Пульпа.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист

1. Выполнять работы по ручной электродуговой сварке и сварки в защитном газе, швов в нижнем положении горизонтальном и вертикальном, деталей, узлов и конструкций из углеродистых сталей.
2. Производить ручную дуговую сварку, воздушную строчку деталей средней сложности из низко углеродистых, легированных, специальных сталей, чугуна, цветного металла в различных положениях шва в производстве.
3. Выполнять наплавку изношенных деталей и простых инструментов.
4. Подбирать электроды, сварочную проволоку в зависимости от марок свариваемых материалов.
5. Определять причины дефектов, находить способы их предупреждения и устранения.
6. Применять рациональный прием работы и способы организации труда на рабочем месте.
7. Экономно расходовать сварные материалы, и электрическую энергию при правильном выполнении технического процесса сварки, грамотно обращаться со сварочным оборудованием приборами и инструментом.
8. Выполнять сварные работы в объеме требований представляемых к электросварщику ручной дуговой сварки третьего разряда
9. Соблюдать технику безопасности труда, пожарной безопасности, правила санитарии и внутреннего распорядка.

Должен знать:

1. Устройство применяемого электросварочного оборудования.
2. Требования к сварному шву.
3. Свойства и значения покрытий электродов.
4. Основные виды контроля сварного шва.
5. Причины возникновения внешних напряжений и деформаций в сварных изделиях и меры их предупреждения.
6. Сортамент и маркировку применяемых основных и сварных материалов.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. Нормы расходов сварных материалов, защитных газов и электрическую энергию.
8. Правило перемещения и складирования грузов.
9. Основы экономики труда и производства в объеме требований предусмотренных общими положениями ЕТКС работ и профессий рабочих.
10. Нормы и правила охраны труда, электро безопасности, гигиены труда, пожарной безопасности и внутреннего распорядка.

Электросварщик 4-го разряда, дополнительно к требованиям, предусмотренным квалификационными характеристиками для сварщиков 3-го разряда, должен уметь:

1. Выполнять работы по ручной, эл. дуговой сварки и сварки в защитном газе, аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из конструкционных сталей в потолочном значении св. шва.
2. Выполнять работы по ручной эл. дуговой сварке так же в защитном газе аппаратов, узлов конструкций и трубопроводов из цветных металлов и их сплавов во всех положениях шва в пространстве.
3. Производить сварку конструкции из чугуна.
4. Выполнять заварку дефектов, деталей и машин механизмов и конструкций.
5. Производить наплавку сложных деталей, узлов и инструментов.
6. Выполнять ручную, эл. дуговую, воздушную строжку сложных деталей из высокоуглеродистых специальных сталей, чугуна и цветных металлов во всех положениях шва в производстве.

Электросварщик 4-го разряда должен знать:

1. Основы законов электротехники.
2. Чтение чертежей сложных сварных металлоконструкций.
3. Особенности сварки и эл. дуговой строжки, на переменном и постоянном токе.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Способы испытания св. швов.
5. Виды дефектов в свойствах швах, методы их предупреждения и устранения.
6. Подбор режимов сварки под прибор.
7. Марки и типы электродов, сварочной проволоки.
8. Механические свойства свариваемых металлов.

Контроль готового изделия

Выбор методов контроля качества сварных швов производим исходя из степени ответственности объекта контроля. Ответственность конструкции оцениваем по тем убыткам, которые последуют в случае её выхода из эксплуатации и главным образом тем вредом, который несёт за собой её разрушение человеку и природе. [18]

Принимая во внимание степень ответственности конструкции выбираем, для контроля сварных швов визуально-измерительный и магнитно-порошковый способы контроля.

Визуально-измерительный способ контроля (ВИК) заключается в осмотре сварных соединений, в том числе с помощью лупы увеличением 4^x-10^x . Геометрические размеры сварных швов измеряются с помощью универсальных шаблонов сварщика (УШС), штангенциркуля, линейки, наборов щупов. ВИК обычно подвергаются 100 % сварных швов [7]

Магнитопорошковый метод контроля заключается в нанесение пульпы содержащей железный порошок на поверхность сварного шва и в намагничивании контролируемой поверхности аппаратом МПК-505. Магнитные силовые линии обтекая дефекты формируют из пульпы зоны уплотнений демонстрирующих наличие внутренних и наружных трещин, пор, шлаковых включений. Места обнаружения дефектов подлежат выборке до чистого металла и заварке. Допускается на одном месте выполнять не более трех исправлений. Ширина сварного шва в месте ремонта не должна увеличиваться более чем в 2 раза от исходной ширины сварного шва.[19]

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

1.17 Контроль качества сварных соединений [19]

Контроль качества сварных швов и соединений проводится согласно ГОСТ 3242-79 «Соединения сварные. Методы контроля качества» с целью выявления наружных, внутренних и сквозных дефектов. Контроль качества сварных соединений и конструкций складывается из методов контроля, предупреждающих образование дефектов, и методов контроля, выявляющих сами дефекты. [18] К методам контроля, предупреждающим образование дефектов, относятся контроль основного и присадочного металлов и других сварочных материалов, контроль подготовки деталей под сварку, а также применяемого оборудования и квалификации сварщиков.

Дефекты сварных швов являются следствием неправильного выбора или нарушения технологического процесса, применения некачественных сварочных материалов и низкой квалификации сварщика. Дефекты сварных соединений классифицируют по причинам возникновения и месту их расположения.

Дефекты по месту их расположения - это трещины и поры, выходящие на поверхность металла, непровары, прожоги, подрезы, наплывы - все они относятся к наружным дефектам и могут быть обнаружены внешним осмотром. К внутренним дефектам относятся те же трещины, непровары, включения и поры, но находящиеся внутри шва и не выходящие на поверхность. Их обнаруживают только методами неразрушающего контроля

Следующая разновидность дефекта - неравномерность шва. Появляется дефект по причине неустойчивого режима сварки, неточного направления электрода. Если это автоматизированная сварка, то причины в колебании напряжения в сети, проскальзывании проволоки в подающих роликах, протекании жидкого металла в зазоры, неправильный угол наклона электрода.

Теперь о причинах возникновения каждого вида дефекта.

Подрезы - это углубления в основном металле. Причина их возникновения - большой сварочный ток и длинная цуга. При выполнении угловых швов основной причиной возникновения подреза будет смещение электрода в сторону вертикаль-

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ной стенки. Суть в том, что при таком смещении электрода возникает сильный разогрев вертикальной стенки, металл там плавится раньше и стекает на горизонтальную полку, образуя наплывы. [7, 19]

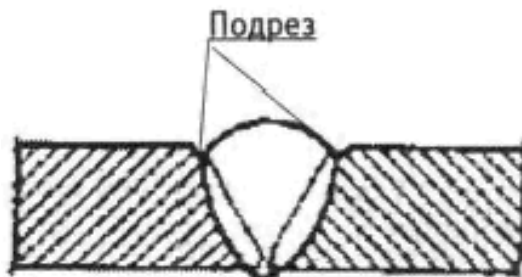


Рисунок 1.20 – Подрез

Непровар. Возникновение этого дефекта кроется в малом угле скоса свариваемых, кромок и небольшом зазоре между ними. Загрязнение кромок тоже может быть причиной непроваров. При самом процессе сварки непровар может дать недостаточный сварочный ток, завышенная скорость сварки, неточное направление электродной проволоки. Обычно место образования непровара - корень шва. Если применялась автоматическая сварка, то непровары образуются обычно в самом начале шва. Поэтому при автоматической сварке советуем начало сварки проводить на специальных входных планках.

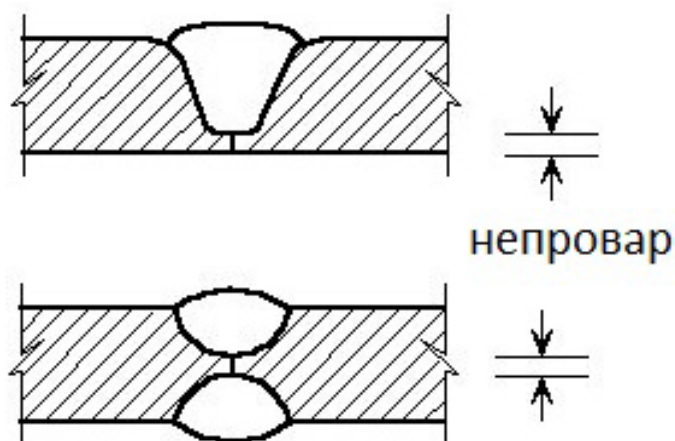


Рисунок 1.21 – Непровар

Прожег (сквозное проплавление) возникает из-за большого тока при малых скоростях сварки, из-за наличия большого зазора между кромками. Наиболее часто

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

прожоги образуются при выполнении первого прохода многослойного шва и при сварке тонкого металла. Если под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка - тоже может возникнуть прожог.

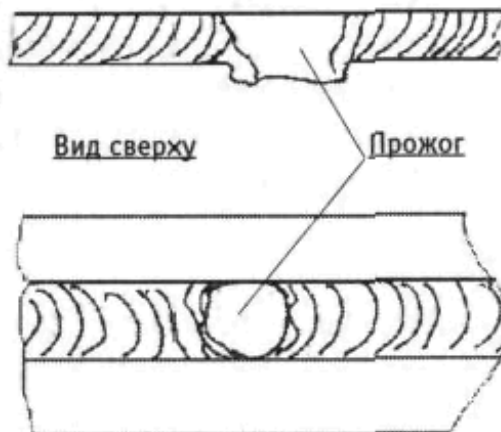


Рисунок 1.22– Прожог

Наплыв представляет собой затекание жидкого металла непосредственно из сварочной ванны на кромки холодного основного металла. Наиболее часто наплывы возникают при сварке горизонтальных швов на вертикальных плоскостях. Обычные причины наплывов - большой сварочный ток, неправильный наклон электрода, излишне длинная дуга.

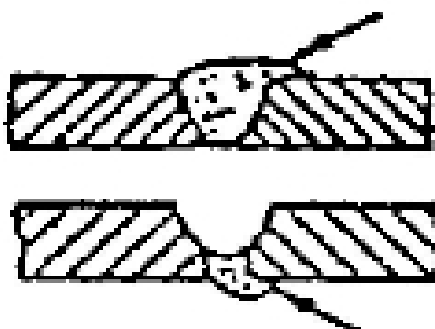


Рисунок 1.23 – Наплыв

Трещины — самые опасные дефекты, так как создают резкую концентрацию напряжений. Трещины появляются при сварке высокоуглеродистых и легиро-

ванных сталей в результате слишком быстрого охлаждения. Часто трещины образуются в сварных соединениях жестко закрепленных конструкций.

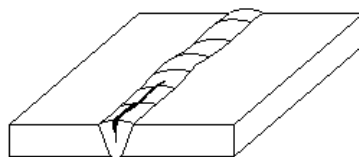


Рисунок 1.24 – Трещина

В зависимости от требований, предъявляемых к сварному изделию, и характера дефектов, которые необходимо обнаружить, применяют соответствующие методы контроля.

Качество сварных соединений и конструкции в целом обычно определяют несколькими методами. Универсального метода контроля не существует. Перед контролем сварные соединения должны быть тщательно очищены от шлака и других загрязнений.

Для проверки качества сварного соединения применяем визуальный осмотр. Визуальный (внешний осмотр) является обязательным при контроле качества сварки любым методом. Сварные соединения рассматривают невооруженным глазом или через лупу при хорошем (не бьющем в глаза) освещении; замеряют швы с помощью инструментов и шаблонов. Этим методом можно определить выходящие на поверхность поры и трещины, не заделанные кратеры, подрезы, неравномерность ширины и высоты шва, наплывы, отступление размеров шва от требований чертежа и другие внешние дефекты по ГОСТ 3242-79 «Соединения сварные. Методы контроля качества». Обнаруженные в результате визуального контроля дефекты следует устранить.

Дефекты сварных соединений должны исправляться следующим образом: кратеры сваривают, швы с дефектами которые превышают допустимые удаляют на длину дефектного места плюс 15 мм с каждой стороны и сваривают заново; подрезы основного металла превышающие допуск, зачищаются и свариваются с после-

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

дующей зачисткой, которая обеспечит плавный переход от наплавленного к основному металлу.

Исправленные дефектные места или их части должны быть проверены заново.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Методическая часть

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки силовой балки трейлера. В рамках данного проекта была проведена замена механизированной сварки в среде защитного газа на роботизированную сварку. Для реализации данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования, что позволяет планировать использование сварочного робота для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор роботизированной сварки» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

- работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;
- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

Сначала изучив профессиональные стандарты, провели сравнительную характеристику этих документов, для представления различия в функциональных характеристиках трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и по профессии «Оператор роботизированной сварки».

Таблица 2.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор роботизированной сварки» 3 уровень

<i>Характеристики</i>	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор роботизированной сварки
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Трудовая функция</i>	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Выполнение роботизированной сварки

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
Трудовые действия	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением силовой балки</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты.</p> <p>Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Выбор программы сварочных операций в соответствии с производственным заданием, конструкторской и производственно-технологической документацией.</p> <p>Выполнение роботизированной сварки.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p>
<i>Необходимые умения:</i>	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p>	<p>Определять работоспособность, исправность роботизированного сварочного оборудования и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку. Проверять систему безопасности сварочного оборудования (при ее наличии) перед началом сварки.</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
	<p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>Применять программное обеспечение (выбирать программы сварки) для роботизированного сварочного оборудования под конкретные условия сварки. Запускать и проверять траекторию манипулятора (робота) по заданной траектории без выполнения сварки. Пользоваться техникой роботизированной сварки по соответствующему процессу сварки. Контролировать процесс роботизированной сварки и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Выполнять мероприятия, направленные на устранение аварийной ситуации при использовании оборудования для роботизированной сварки. Прогнозировать возникновение нестандартных ситуаций в зависимости от положения робота. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавки) плавлением.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых роботизированной сваркой, и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного робота и вспомогательного оборудования для роботизированной сварки, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Сварочные материалы для роботизированной сварки.</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
	<p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Основные группы и марки свариваемых материалов. Требования к сборке конструкции под сварку, расположение и размеры прихваток при сборке конструкции. Виды и назначение сборочно-сварочной оснастки, технологических приспособлений и манипуляторов, используемых для сборки деталей (узлов) под роботизированную сварку.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Назначение и условия применения роботизированной сварки. Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях.</p> <p>Технология роботизированной сварки.</p> <p>Основы программирования робота: основные системы робота, программное обеспечение, система питания; основные настройки и подготовки робота, понятие калибровки и юстировки робота, активация инструмента, понятие системы координат, программирование движения и основные принципы написания, программное обеспечение робота, работа с различными инструментами, использование программ для поиска положения свариваемой детали, написания простых программ для сварки (при существующей функции оборудования).</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>

Окончание 2.1

1	2	3
<i>Другие характеристики:</i>	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; Сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; Сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; Сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.	
<i>Характеристики выполняемых работ:</i>	Прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций из различных материалов, предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками; Наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов; исправление дефектов сваркой	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор роботизированной сварки» является следующее:

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимые для переподготовки знания по профессии «Оператор роботизированной сварки»:

- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых роботизированной сваркой, и обозначение их на чертежах.
- Устройство сварочного робота и вспомогательного оборудования для роботизированной сварки, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.
- Сварочные материалы для роботизированной сварки.
- Основные группы и марки свариваемых материалов.
- Требования к сборке конструкции под сварку, расположение и размеры прихваток при сборке конструкции. Виды и назначение сборочно-сварочной оснастки, технологических приспособлений и манипуляторов, используемых для сборки деталей (узлов) под роботизированную сварку.
- Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля.
- Технология роботизированной сварки.
- Основы программирования робота: основные системы робота, программное обеспечение, система питания; основные настройки и подготовки робота.
- Правила технической эксплуатации электроустановок.

Необходимые умения

Определять работоспособность, исправность роботизированного сварочного оборудования и осуществлять его подготовку.

Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.

Применять программное обеспечение (выбирать программы сварки) для роботизированного сварочного оборудования под конкретные условия сварки.

Пользоваться техникой роботизированной сварки по соответствующему процессу сварки.

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.123 ПЗ					

Контролировать процесс роботизированной сварки и работу сварочного оборудования.

Выполнять мероприятия, направленные на устранение аварийной ситуации при использовании оборудования для роботизированной сварки.

Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор роботизированной сварки» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор роботизированной сварки»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор роботизированной сварки», который представлен в таблице 2.4. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 2.4 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор роботизированной сварки» 3-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	62
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	2
1.4	Чтение чертежей	2
1.5	Спецтехнология	52
2.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по роботизированной сварке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	86
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	194

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат «Конструкция сварочного автомата Fanuc Arc Mate 100iSC»; технический паспорт.

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Актуализация опорных знаний;
4. Мотивация;
5. Изложение нового материала;
6. Первичное закрепление изученного материала.
7. Выдача домашнего задания.

Таблица 2.6 - План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 мин.	Здравствуйте, садитесь, приготовьте тетради и авторучки. Давайте проверим присутствие на учебном занятии.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 мин	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для роботизированной сварки» Тема занятия: «Устройства и принцип работы сварочного робота Fanuc Arc Mate 103iSC». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного робота Fanuc Arc Mate 103iSC, их назначении и принципах работы».	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 мин.	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. В чем преимущества роботизированной сварки? 2. Какие недостатки имеет роботизированная сварка? 3. Может ли сварщик запрограммировать робот? На сколько эта операция трудоемка и недоступна сварщику? 4. Какие фирмы выпускают сварочных роботов.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
<p>Мотивация 15 мин.</p>	<p>Давайте вспомним, что такое сварочный робот? Где и как он используется? Сварочным роботом или роботом-сварщиком для изготовления металлоконструкций называют промышленных шестиосевых роботов, оснащенных оборудованием для выполнения электродуговой, точечной (контактной) и других видов электро-сварки. Без сомнений промышленный робот- это важнейший инструмент в арсенале любого мелкого или крупного предприятия имеющего в своей технологической цепочке сварочные работы. Роботы для сварки по различным технологиям применяются как в массовом и серийном типах производства, так и в индивидуальных проектах. Ошибочно считать, что робототехника удел автомобильных гигантов- сегодня промышленные роботы доступны на любом уровне вашей готовности к автоматизации и модернизации. Благодаря своей кинематике промышленный робот для сварки считается универсальной технологической единицей, так кроме прямых применений роботов используют на выполнении подготовительных операций: разметка заготовок, зачистка поверхностей под сварку, позиционирование деталей конструкции при сварке, непосредственно для выполнения сварного шва, технологий плазменной резки для плоского листа или раскрытия объемных конструкций по пространственно сложной траектории. Таким образом одна и та же технологическая единица может быть задействована на нескольких операциях, там, где требуется стабильность, точность, аккуратность, производительность и экономическая эффективность. Особенно актуально и даже незаменимо применение промышленного сварочного робота при сварке крупногабаритных деталей, длинных швов, сварки в труднодоступных местах, производстве сварных швов с требованиями к качеству и механическим характеристикам сварного соединения.</p>	<p>Повторяем понятие «сварочный робот», смотрим записи в тетрадях.</p> <p>Характеризую области применения роботов.</p> <p>Стараюсь заинтересовать обучаемых, привить интерес к изучению оборудования.</p> <p>Продолжая рассказ, обращаю внимание на ценность профессии сварщика, возможность выполнения многообразия сварочных работ.</p> <p>Показываю области применения роботизированного оборудования.</p>

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
	<p>Применение сварочного робота позволяет контролировать основные технологические параметры, выполнять сварку очень точно, достаточно быстро, практически исключить производственный брак, оптимизировать технологическое время т.е. организовать технологию максимально эффективно.</p> <p>В настоящее время промышленный робот для сварки доступен по цене каждому российскому предприятию, а технологии обучения позволяют осуществлять быструю переналадку, облегчают программирование, что делает промышленного робота очень привлекательным инструментом для оптимизации производственного процесса и формирования тенденций решения кадрового вопроса на предприятии.</p> <p>В процессе роботизации сварочных производств как правило применяются промышленные роботы от ведущих мировых производителей KUKA, ABB, Fanuc, Motoman.</p> <p>Таким образом, на любом сварочном производстве вы можете встретиться с работой робота и оценить его достоинства.</p>	
<p>Изложение нового материала 35мин.</p>	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <p>Основные узлы и механизмы сварочного робота.</p> <p>Сварочными роботами принято называть полностью автоматизированные системы для выполнения сварочных работ с возможностью программирования.</p> <p>Основные задачи, которые преследует роботизация — это вывод человека из сварочной зоны, полная автоматизация производства, а значит и повышение производительности в несколько раз. В настоящее время широко применяется автоматическая сварка. Это объясняется большой производительностью, качеством шва и экономически целесообразным решением. Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительного-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение.</p> <p>Объясняю основные задачи по внедрению в технологии роботов.</p>

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
	<p style="text-align: center;">СВАРОЧНЫЙ РОБОТ <i>FANUC ARC Mate 103iSC</i></p>  <p>Давайте рассмотрим основные характеристики робота Fanuc Arc Mate 103iSC Специализация: Универсальный, сварочный для дуговой сварки Тип запястья: Полое запястье Количество осей робота: 6 Досягаемость: 2028 мм Грузоподъемность: 8 кг Точность \ повторяемость: 0.08 мм Вес манипулятора: 150 кг Страна-производитель: Япония</p>	<p>Показываю плакат «основные узлы робота Fanuc Arc Mate 100iSC» Дальнейшее объяснение веду по плакату</p>

	<p>Основные узлы робота Fanuc Arc Mate 103iSC</p> <p>Сварочный робот состоит из механической части (собственно робота) и системы управления.</p> <p>Механическая часть робота имеет подвижную руку и шарнирную кисть, в захвате которой закрепляется рабочий инструмент.</p> <p>Сварочный робот, дополнительно комплектуется необходимым сварочным оборудованием. Например, сварочный робот для дуговой сварки в защитном газе имеет сварочную горелку, механизм подачи проволоки, кассету, газовую аппаратуру, источник питания сварочного тока. В этом случае в качестве рабочего инструмента робота используется сварочная горелка (при дуговой сварке) или сварочные клещи (при контактной точечной сварке). Механизм функционирует по определённой программе, и может быть перепрограммирован.</p>	<p>Вместе разбираем устройство механизмов, схемы, записываем основные моменты.</p> <p>Рассказываю из каких элементов состоит робот.</p> <p>Диктую под запись. Рассказываю о возможных комплектациях сварочного робота, в зависимости от технологических задач.</p>
--	---	---

	<p><i>Важный классификационный признак сварочных роботов – это число степеней свободы, то есть подвижность их руки. С увеличением количества степеней свободы сварочного манипулятора, усложняются производственные задачи, которые сможет выполнить этот механизм. Важно, что прообраз такого устройства – это человеческая рука, обладающая 37 подвижностями. Однако это большое число, которое большинству сварочных роботов просто не требуется, так как выполняемые им операции не многочисленны. Наличие трёх – восьми степеней свободы считается достаточным. Устройства для выполнения сварочных работ могут быть стандартного типа или могут производиться под конкретный заказ, исходя из технических требований заказчика.</i></p> <p>Что касается программирования робота, то это достаточно простая работа. Даже если сварщики не понимают язык интерфейса робота, они всего за 2 дня могут научиться его программировать благодаря интуитивно понятному интерактивному экрану на пульте управления.</p> <p>Однако нужно знать, что ни один сварочный робот не способен решить все проблемы сварки. Если изделия плохо сконструированы, если их детали имеют отклонения, если соединения плохо подготовлены или сориентированы, могут возникнуть сложности.</p>	<p>Объясняю, что является рабочим элементом робота.</p> <p>Слушатели записывают.</p> <p>Рассказываю о степенях свободы робота.</p> <p>Отвечаю на вопросы слушателей.</p>
<p>Первичное закрепление 15 мин</p>	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Почему внедряют в технологический процесс сварочные роботы? 2. Из каких элементов состоит сварочный робот? 3. Что называется рабочим элементом сварочного робота? 4. Какое число степеней свободы имеет сварочный робот? 	<p>Задаю вопросы. Обобщаю ответы обучающихся</p>
<p>Выдача домашнего задания. 5 минут</p>	<p>Теперь запишем домашнее задание: прочитайте внимательно свои конспекты, которые записали во время занятия. Буду обязательно спрашивать на следующем занятии «Из каких узлов состоит сварочный робот и сколько степеней свободы имеет?».</p> <p>Найдите в Интернете справочный материал по линейке сварочных роботов, оцените их достоинства и недостатки, и представьте небольшой сравнительный анализ.</p>	<p>Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.</p>

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали Профессиональный стандарт по профессии «Оператор роботизированной сварки»;
- составили учебный план для обучения по профессии «Оператор роботизированной сварки»;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план - конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор роботизированной сварки», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы достигнута основная цель дипломного проекта – разработать технологию сварки несущей балки платформы трейлера с использованием позиционеров для сборки и роботизированной сварки силовой балки трейлера.

В пояснительной записке были рассмотрено решение следующих задач:

- рассмотрено внедрение роботизированной сварки в среде защитной смеси Corgon 18;
- рассчитаны режимы основного способа сварки;
- выбраны сварочные материалы;
- выбрано оборудования для сварки;
- выбрано оборудования для сборочных операций;
- разработан технологический процесс сборки и сварки узла;
- выбраны способы контроля;
- рассмотрен вопрос переподготовки рабочих для осуществления роботизированной сварки.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11 Методическое пособие “Расчёт режимов электрической сварки и наплавки” / Э.Г. Бабенко, Н.П. Казанова. - Хабаровск: Изд-во Дальневосточного гос. университета путей сообщения, 1999. – 54с.

12 Методические указания по курсу “Оборудование отрасли” / В. И. Панов, Л.Т. Плаксина, С.А. Задорина. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. университет, 2008. – 38 с.

13 Чернышов, Г.Г. Справочник электрогазосварщика и газорезчика / Г.В. Полевой, А.П. Выборнов, А.В. Малолетков, А.М. Рыбачук; под общ. ред. Г.Г. Чернышова. – М.: Академия, 2006. – 395 с.

14 Милютин, В. С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шангуров. - М.: Айрис - пресс, 2007. - 384 с.

15 Основы металлургии дуговой сварки в активных защитных газах. / Под ред. Н.М. Новожилова. – М.: Машиностроение, 1972. – 166 с.: ил.

16 Акулов А.И. Дуговая сварка в среде защитных газов. /А.И. Акулов. – М.: Машиностроение, 1976. – 108 с.

17 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация при производстве сварных конструкций: Атлас / С.А.Куркин, - М.: Машиностроение, 1986. - 227с

18 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х т. Т. 2 / Н.П. Алешин. - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 428 с.

19 Троицкий, В.А. Дефекты сварных швов и средства их обнаружения / В.А Троицкий, В.П. Радько, В.Г. Демидко. - Киев: Вища школа, 2003. -144 с.

20 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т. Т. 2 / Ред. кол. Г.А. Николаев (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978. - 462 с., ил.

21 Иванов, И.И. Профессиональная педагогика / И.И. Иванов. – М.: Ассоциация Профессиональное образование, 1997. – 112 с.

22 Левина, М. М. Технология профессионального педагогического образования: учеб. пособие для вузов / М. М. Левина. – М.: Высш. шк., 2001. – 255 с.

23 Справочник кодов общероссийских классификаторов [Электронный ресурс] / Заглавие с экрана - Режим доступа: <https://classinform.ru/profstandart>. Дата обращения 10.01.2019.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

24 Кругликов, Г.И. Методика преподавания технологии с практикумом: пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений [Текст]/ Г.И. Кругликов, - М: Издательский центр «Академия», 2002. - 80 с.

25 Жученко, А.А. Профессионально-педагогическое образование России. Организация и содержание [Текст] / А.А Жученко, Г.М., Романцев Е.В. Ткаченко. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. - 234 с.

26 Колесникова, И. А. Педагогическое проектирование [Текст] / И. А. Колесникова, М. П. Горчакова-Сибирская. – М.: Академия, 2007. – 288 с.

27 Чернилевский, Д.В. Технология обучения: учебное пособие [Текст] / Д. В. Чернилевский, О. К. Филатов; под ред. В. Д. Чернилевского. – М.: Эксперт, 2006. – 342 с.

28 Каталог государственных стандартов[Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон. дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим доступа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog> . – Загл. с экрана (Дата обращения 20.01.2019).

29 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.

30 ГОСТ 2246 – 70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. 1970-01-01 – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1970. – 24 с.

					ДП 44.03.04.123 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		