

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

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ ЭЛЕМЕНТА РАМЫ ВАГОНА**

Выпускная квалификационная работа  
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение(по отраслям)  
Профиль Машиностроение и материалобработка  
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном  
производстве  
Идентификационный код ВКР: 138

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 и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Разработка технологического процесса сборки и сварки элемента рамы  
вагона**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-405С \_\_\_\_\_ О.Д.Пашов

Руководитель:  
старший преподаватель \_\_\_\_\_ Е.В. Радченко

Нормоконтролер:  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка технологического процесса сборки и сварки элемента рамы вагона» 50 страниц, 4 рисунка, 10 таблиц, 30 используемых источников, 1 приложение.

Ключевые слова: НАСТИЛ НИЖНЕЙ РАМЫ ВАГОНА, СВАРОЧНЫЙ ТРАКТОР, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ ПО ПРОФЕССИИ «СВАРЩИК-ОПЕРАТОР ПОЛНОСТЬЮ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ, АВТОМАТИЧЕСКОЙ И РОБОТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ».

Объектом выпускной квалификационной работы является настил вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены технологичность и конструктивные особенности настила нижней рамы вагона электропоезда, а также технологические требования к данному изделию, произведены анализ материала изделия и оценка его свариваемости. Кроме того, был проведен анализ существующей (базовой) технологии изготовления изделия, рассмотрены варианты модернизации этой технологии.

Был сделан выбор проектируемого варианта технологии изготовления, в качестве которого выступает автоматическая сварка плавящимся электродом в смеси газов с использованием сварочного трактора.

В процессе работы выбран способ сварки, сварочные материалы, подобрано необходимое оборудование и оснастка, выбраны основные параметры режима сварки и геометрические размеры сварных соединений. Выполнен прочностной расчет оснастки и программа обучения рабочих на предприятии.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-				
Разраб.	Пашов О.Д.				Разработка технологического процесса сборки и сварки элемента рамы вагона Пояснительная записка	Литер	Лист	Листов
Провер.	Радченко						2	50
Н. Контр.	Плаксина Л.Т.					РГППУ ИИПО каф. ИММ гр. ЗСМ-405С		
Утверд.	Гузанов Б.Н.							

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Описание Электropоезда ЭС2Г «Ласточка».....	6
1.1 Описание конструкции.....	6
1.2 Материал изделия его свариваемость.....	9
1.3 Выбор способа сварки .....	11
1.4 Применяемые сварочные материалы.....	13
1.5 Режимы сварки (базовая технология).....	14
1.6 Технологический процесс изготовления по базовой технологии.....	15
1.7 Разработка проектируемого варианта технологии.....	18
1.8 Выбор режимов сварки проектируемой технологии.....	19
1.9 Разработка проектируемого варианта технологии.....	22
1.10 Контроль качества.....	23
1.11 Технологический процесс по проектируемой технологии.....	27
2 Методический раздел.....	30
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	31
2.2 Разработка учебного плана переподготовки.....	37
2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	38
2.4 Разработка плана конспекта урока.....	39
Заключение.....	47
Список использованных источников.....	48
Приложение А. Спецификация.....	52

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						3
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Всестороннее развитие человечества подталкивает отрасли производства к росту прогресса, а именно к замене ручного труда на автоматизацию. Вот и в сварочном производстве для улучшения качества и производительности необходимо по максимуму использовать автоматическую сварку.

*Объектом* является технология сварки настила нижней рамы вагона.

*Предметом* выпускной квалификационной работы является настил нижней рамы вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

*Цель работы* - модернизация оборудования, оснастки и технологии сварки детали для повышения качества получаемой продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ сварки настила нижней рамы вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка»;
- провести выбор необходимых режимов автоматической сварки;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сварки настила нижней рамы вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка»;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части разработан проектируемый вариант технологического процесса сварки настила нижней рамы вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка», включающий автоматическую сварку при помощи сварочного трактора; методическая часть – посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки настила нижней рамы вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						4
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

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 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						5
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 Описание Электропоезда ЭС2Г «Ласточка»

Электропоезд «Ласточка» с асинхронными тяговыми двигателями предназначен для перевозки пассажиров на железных дорогах с колеей 1520 мм и является решением для пригородных и региональных перевозок.

Электропоезд постоянного тока ЭС2Г «Стандарт» — городской экспресс, предназначенный для перевозок пассажиров на выделенных маршрутах с высоким пассажиропотоком и длиной участка оборота не более 60 км.

Облегченная конструкция кузовов вагонов позволяет сократить потребление энергии. Интеллектуальная система управления, тяговое оборудование и система автоведения, также способствуют повышению энергоэффективности поезда, дополнительно обеспечивая рекуперацию энергии при генераторном торможении. Улучшенная концепция поезда способствует снижению затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Конструкция электропоезда «Ласточка» соответствует международным стандартам эргономики и безопасности.

Кузова из алюминиевых профилей с пневмоподвеской обеспечивают высокий комфорт на любой скорости, а элементы гашения энергии и крэш-элементы защищают пассажиров и персонал в маловероятных случаях непредвиденных ситуаций.

## 1.1 Описание конструкции

### Назначение изделия

Объектом рассмотрения в выпускной квалификационной работе является настил нижней рамы вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

Настил является одной из важнейших составляющих нижней рамы вагона электропоезда.

### Структура рассматриваемого изделия

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

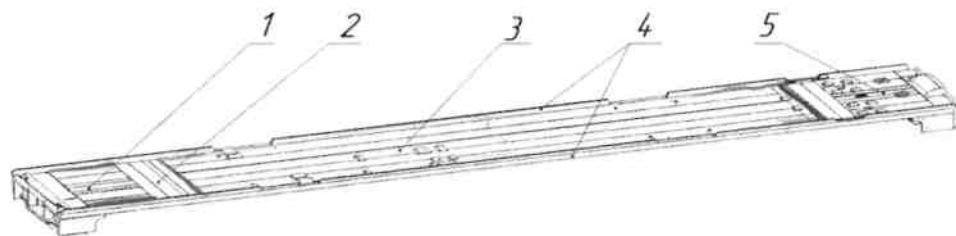
Нижняя рама вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка» состоит из пяти деталей профильного типа, изготовленных из деформируемого термически неупрочняемого алюминиевого сплава АМг 4,5 (5083).

Общий вид изделия представлен на рисунке 1.1.

Геометрические размеры настила нижней рамы указаны на рисунке 1.1.

Профили заготовок изготовлены методом горячего прессования.

В состав изделия входят два сварных нахлесточных соединения, расположение которых показано на рисунке 1.4.



1,5- буферный брус, 2 - поперечная балка, 3 - настил, 4 – боковины  
Рисунок 1.1 - Общий вид нижней рамы кузова вагона электропоезда

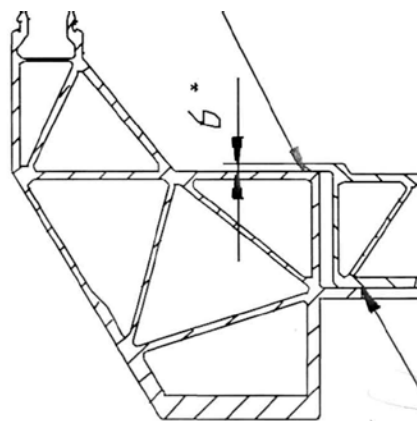


Рисунок 1.2 – Эскиз сварного соединения настила

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						7
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



Технические требования к изделию:

Требования к сварным соединениям настила и боковины определены в стандартах ГОСТ 14771-76 и ГОСТ EN 15085-2015.

В соответствии с этими стандартами, деталь и ее сварные швы должны обладать следующими характеристиками:

1. Категория безопасности швов: средняя (разрушение сварного соединения приводит к ухудшению работы всей конструкции или может косвенно привести к получению травм);
2. Категория нагрузки: средняя;
3. Класс эксплуатации сварных швов: СРС2;

Исходя из данных характеристик, к изделию и его швам предъявляются следующие требования:

- Поверхности соединяемых деталей в месте сварки должны быть очищены от окалины, ржавчины, краски, пыли, жира и прочих загрязнений. Дополнительно для обработки поверхности можно использовать пленки, покрытия, средства защиты от коррозии, герметики и клеи, если подтверждена их совместимость с методом сварки;
- Недопустимы: поры, трещины, твердые включения, отсутствие сплавления кромок, непровар; ручная дуговая сварка покрытыми электродами, а также газовая сварка.
- При согласовании допустимы: брызги металла, следы от сварки (вмятины от электродов, кольцевые наплывы, неровности вследствие тепловой деформации и т.д.) не превышающие 10 % от толщины листа.
- Остальные технические требования, предъявляемые к изделию, отражены на рисунке 1.2.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.2 Материал изделия и его свариваемость

В качестве материала изделия используется деформируемый (для изготовления полуфабрикатов методом горячей или холодной деформации) термически неупрочняемый сплав АМг 4,5 (5083) по ГОСТ 4784-97.

Химический состав сплава и его механические свойства указаны в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав сплава АМг 4,5

Обозначение		Массовая доля элементов, %							
ГОСТ	EN, ISO	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti
АМг 4,5	5083	0,4	0,4	0,1	0,4-1,0	4,0-4,9	0,25	0,05-0,25	0,15

Таблица 1.2 - Механические свойства АМг 4,5

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta$ , %	Плотность, гр/см <sup>3</sup>
280	140	20	2,66

$\sigma_B$  - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), МПа.

$\sigma_T$  - предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), МПа.

$\delta$  - относительное удлинение после разрыва, %.

### Свариваемость сплава АМг 4,5

Согласно справочной литературе [1],[2], сварка алюминия и его сплавов связана со следующими трудностями:

1. Наличие и возможность образования тугоплавкого окисла  $Al_2O_3$  ( $T_{п}=2050^{\circ}C$ ) с плотностью больше, чем у алюминия; данный окисел затрудняет сплавление кромок соединения и способствует загрязнению металла шва частицами этой пленки.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						9
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Резкое падение прочности при высоких температурах может привести к разрушению твердого металла не расплавившейся части кромок под действием веса сварочной ванны. В связи с высокой жидкотекучестью, алюминий может вытекать через корень шва. При этом размеры сварочной ванны трудно контролировать, так как алюминий при нагреве практически не меняет своего цвета. Кроме того, алюминий имеет высокую теплопроводность.

3. В связи с большой величиной коэффициента линейного расширения и низким модулем упругости сплав имеет повышенную склонность к короблению.

4. Необходима тщательная подготовка сварочных материалов и свариваемых деталей.

5. В связи с резким повышением растворимости газов в нагретом металле и задержкой их в металле при его остывании, возникает интенсивная пористость, обусловленная наличием водорода, приводящая к снижению прочности и пластичности металла.

6. Металл шва склонен к возникновению трещин в связи с грубой столбчатой структурой и выделением по границам зерен легкоплавких эвтектик, а также развитием значительных усадочных напряжений в результате высокой литейной усадки алюминия (7%).

Все сплавы системы Al-Mg хорошо свариваются аргонодуговой сваркой и сваркой плавящимся электродом в смеси газов, но характеристики сварного шва зависят от содержания магния.

Чем больше содержание магния в сплавах группы Al-Mg, тем они прочнее, но менее пластичен. С ростом содержания магния уменьшается коэффициент трещинообразования, возрастает пористость сварных соединений, а также снижается стойкость к коррозии.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						10
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.3 Выбор способа сварки

1. Автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадочным материалом;
2. Использование роботизированной сварки;
3. Автоматическая сварка плавящимся электродом с использованием сварочного трактора.

Автоматическая сварка неплавящимся электродом имеет значительно меньшую производительность, чем MIG сварка. Кроме того, применение автоматической сварки неплавящимся электродом с присадочным материалом влечет за собой покупку достаточно дорогостоящего оборудования, так как имеющееся оборудование, отведенное на сварку данного изделия, не подходит для сварки неплавящимся электродом.

Применение роботизированной сварки данного изделия является нецелесообразным ввиду необходимости покупки дорогостоящего робота и сопутствующего оборудования при сравнительно малых объемах производства данного изделия. Также нецелесообразно применение роботизированной сварки для длинных прямолинейных швов, заложенных в данном изделии.

Автоматическая сварка плавящимся электродом в смеси газов с применением сварочного трактора значительно повышает производительность и качество получаемых сварных швов. В данном случае можно использовать уже имеющееся на предприятии оборудование. Необходимо произвести закупку сварочного трактора, сопоставимого по цене с имеющимся сварочным полуавтоматом.

В номенклатуре оборудования марки Fronius имеется сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						11
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 1.3 - Сварочный трактор Fronius FLEXTACK 45

Данный трактор является компактным и легким. Он прост в установке, а также хорошо совместим с имеющимся на предприятии оборудованием.

Технические характеристики трактора указаны в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Характеристики Fronius FLEXTACK 45.

ТРАКТОР СВАРОЧНЫЙ	
Положение сварки	РА, РВ, РС, РF, РG
Горизонтальная скорость перемещения	3-90 м/ч.
Время заварки кратера	0-5 с.
Максимальная грузоподъемность	30 кг.
Вес (без суппорта горелки)	12,5
ШКАФ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ	
Входное напряжение 50 - 60 Гц.	115/230 В
Вес (без кабелей)	5,3 кг.
ПУЛЬТ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ	
Длина кабелей	10 м.
Вес (без кабелей)	1,5 кг.
КОЛЕБАНИЯ	
Скорость колебания	5 – 400 см/мин.
Амплитуда	2 – 30 мм.
Вес колебателя	2 кг.

Исходя из анализа представленных вариантов, выбираем автоматическую сварку плавящимся электродом в смеси газов с применением сварочного трактора Fronius FLEXTACK 45.

Кроме того, можно рассмотреть вариант модернизации сборочно-сварочного приспособления.

В существующей технологии сборочно-сварочное приспособление оборудовано механическими прижимами в количестве семи штук. Фиксация детали в сборочно-сварочном приспособлении занимает значительное количество времени от общей трудоемкости.

В качестве варианта модернизации сборочно-сварочного приспособления было предложено заменить механические прижимы на пневматические.

Данное решение могло бы существенно уменьшить трудоемкость установки детали в сборочно-сварочное приспособление. Кроме того, на сварочном участке имеются воздушные магистрали, необходимые для пневматического оборудования.

#### 1.4 Применяемые сварочные материалы

При производстве рассматриваемого изделия используется проволока ОК Autrod 5183 марки ESAB диаметром  $\varnothing$  1,2мм.

Описание: алюминиевая проволока для сварки не упрочняемых Al—Mg сплавов, содержащих до 5% Mg; Al—Mn сплавов. Рекомендуется для сварки конструкций, работающих при знакопеременных нагрузках. Защитный газ: Ar/He.

Химический состав проволоки указан в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Содержание химических элементов в проволоке ОК Autrod 5183

Si	Mn	Cr	Cu	Ti	Zn	Fe	Mg
<0,25	0,8	0,15	<0,10	<0,15	<0,25	<0,40	4,8

Механические свойства проволоки:

— Предел текучести: 140 МПа;

					ДП 44.03.04.138 ПЗ			Лис
								13
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата				

- Предел прочности: 290 МПа;
- Относительное удлинение: 25%;
- Ударная вязкость при температуре (+20°C): 30 Дж/см<sup>2</sup>.

Данная проволока подходит по назначению, близка по механическим свойствам и химическому составу к основному металлу.

В качестве защитной среды используется газовая смесь VARIGON He30. Смесь газов поставляется в баллонах вместимостью 40 литров и объемом 6,1 м<sup>3</sup>.

Состав смеси: 30% He, 70% Ar.

Газовая смесь соответствует ТУ 2114-004-00204760-99.

### 1.5 Режимы сварки (базовая технология)

Ручная механизированная сварка, представленная в базовой технологии, выполняется на режимах, указанных в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Режимы механизированной ручной сварки плавящимся электродом в смеси газов

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость п/п, м/мин	Расход газа, л/мин	Число проходов
Н1	5	1,2	169	22,6	-	10,8	18-20	2
			190	23,4	-	12,2		
			191	23,4	-	12,2		
			191	23,4	-	12,2		

### Геометрия сварных швов

Исходя из толщины свариваемого металла и обеспечения хорошего формирования шва, был выбран тип сварных соединений Н1 по ГОСТ 14771-76 (z6 по ГОСТ EN 15085-2015).

Расположение сварных швов указано на рисунке 1.4.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						14
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

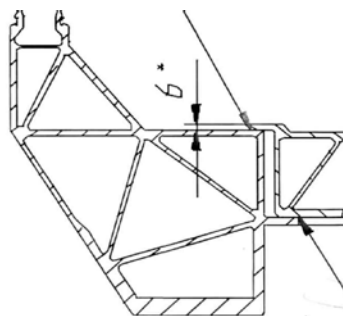


Рисунок 1.4 - Расположение сварных швов

Параметры сварных соединений изделия согласно данным стандартам указаны в таблицах 1.6 и 1.7.

Таблица 1.6 - Размеры конструктивных элементов, мм

Конструктивные элементы	

Таблица 1.7 - Размеры сварных соединений, мм

Условное обозначение сварного соединения	S – S <sub>1</sub>	b		B
		Номин.	Пред. откл.	Номин.
H1	5	0	±0.5	3÷20

1.6 Технологический процесс изготовления изделия по базовой технологии

В общем виде существующая технология состоит из следующих этапов:

1. Входной контроль качества заготовок, их геометрических размеров, а также документации на профили.



2. Подготовка поверхности заготовок, включающая в себя мойку и травление заготовок.
3. Подготовка поверхности заготовки непосредственно перед сборкой под сварку, включающая в себя обезжиривание и зачистку поверхностей.
4. Сварка в сборочно-сварочном приспособлении.
5. Зачистка поверхностей после сварки.
6. Контроль геометрических размеров.
7. Зачистка припусков на механическую обработку.

*Применяемое оборудование и оснастка*

В качестве сварочного аппарата будет использоваться полуавтомат Fronius Trans Puls Synergic 4000.

Согласно каталогу продукции, Fronius [5], данный полуавтомат обладает следующими возможностями:

1. Способы сварки: сварка MIG/MAG, импульсная дуговая сварка MIG/MAG, пайка MIG, сварка постоянным током DC WIG/TIG, ручная электродуговая сварка MMA.
2. Рекомендуемые основные материалы: конструкционная сталь, конструкционная сталь с покрытием, ферритная/аустенитная хромоникелевая сталь, дуплексная сталь, сплавы на никелевой основе, алюминиевые сплавы, специальные материалы.
3. Рекомендуемые области применения: автомобильная промышленность и производство комплектующих; автомобили специального назначения/строительные машины; техническое обслуживание и ремонт; изготовление оборудования, резервуаров и стальных конструкций, машиностроение; сооружение промышленных установок и трубопроводов; вагоностроение; судостроение / работы в открытом море.
4. Серийное оснащение: 4-роликовый привод; автоматическое отключение блока охлаждения; заправка сварочной проволоки без подачи газа и при отключенном токе; контроль утечки тока относительно земли; авто-

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						16
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

матическое оплавление проволоки в конце сварки; функция проверки наличия газа; режим Job Сварка в ручном режиме; режим Synergic; Знаки безопасности S и CE; терморегулируемый вентилятор; регулировка UpDown со сварочной горелки; защита от перегрева; 2- и 4-тактный режим сварки; режим точечной сварки; режим для сварки алюминия; цифровой дисплей; адаптер для металлических каркасов катушек.

5. Комплект поставки: Сварочный источник+кабель «земля» + подающее устройство VR4000R 4R + горелка AW 4000 (3,5м) + охлаждение FK4000 + тележка PickUp + соединительный кабель (1,2м) + паспорт.

В таблице 1.11 приведены технические характеристики данного полуавтомата.

Таблица 1.11- Технические характеристики FroniusTransPulsSynergic 4000

Параметр	Значение
Вес	35,2 кг
Габаритные размеры / высота	475 мм
Габаритные размеры / ширина	290 мм
Габаритные размеры / длина	625 мм
Напряжение холостого хода	70 В
Макс. сварочный ток	400 А
Сварочный ток минимальный	3А
Диапазон рабочего напряжения	14,2-34 В
Класс защиты	IP23
Сетевой предохранитель	35А
Частота сети	50-60 Гц
Сетевое напряжение	3 х 400В
Сварочный ток / продолжительность включения [10мин/40С]	320А / 100%
Сварочный ток / ПВ [10min/40С]	365А / 60%
Сварочный ток / ПВ [10min/40С]	400А / 50%

Все операции, связанные со сваркой, выполняются сварщиком, имеющим разряд не ниже четвертого, вручную.

Использование ручного труда сварщика и отсутствие средств автоматизации непосредственно сварочных операций является слабым местом данной технологии.

## 1.7 Разработка проектируемого варианта технологии

Разработка установки для сборки и сварки изделия

В проектируемом варианте технологии изготовления изделия будет использоваться большая часть оборудования базовой технологии. Исключением будет только сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45.

Полный список оборудования и его назначение приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 - Список оборудования, применяемого в проектируемом варианте технологии изготовления изделия

Наименование оборудования	Назначение
Установка BOUS Reinigsanlagen	Мойка и травление заготовок
Кран мостовой однобалочный 10-28-25-12-220-У3 ГОСТ 7890-93	Перемещение заготовок и деталей между участками
Кантователь подвесной Rotomax RV5000/1.5	Перемещение заготовок и деталей между участками и рабочими местами, кантовка заготовок между сборочно-сварочными операциями
Сварочный полуавтомат Fronius Trans Puls Synergic 4000	Выполнение сварочных и сборочно-сварочных работ
Двухстоечный кантователь Schmitt-200	Кантовка сборочно-сварочного приспособления
Сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45	Выполнение автоматической сварки продольных швов

Кроме того, на оснастку сборочно-сварочного приспособления необходимо будет установить направляющие для трактора и торцевые упоры.

Опоры направляющих для трактора оснащены вакуумными присосками, выдерживающими температуру до 250°C, что существенно превышает максимальную температуру заготовок во время сварочных операций. Работа присосок обеспечивается вакуумной помпой, идущей в комплекте с трактором.

Проверка соответствия технических характеристик оборудования и оснастки требуемым параметрам:

Мостовой кран

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						18
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Кран мостовой однобалочный 10-28-25-12-220-У3 ГОСТ 7890-93 должен выдерживать вес подвешенного кантователя Rotomax RV5000/1.5 вместе с заготовками или целым изделием. Вес кантователя в совокупности с весом изделия является максимальной нагрузкой на мостовой однобалочный кран.

Максимальная грузоподъемность мостового однобалочного крана 10 тонн, что существенно превышает максимальный вес перемещаемых объектов. Соответственно имеющийся мостовой однобалочный кран 10-28-25-12-220-У3 ГОСТ 7890-93 отвечает требованиям по грузоподъемности.

#### Вращатель двухстоечный

Применимость используемого кантователя зависит от выполнения следующих условий:

- Суммарная масса изделия, оснастки, трактора и его направляющих не должна превышать значения грузоподъемности вращателя;
- Значение наибольшего крутящего момента на оси вращения не должно превышать максимально допустимого значения соответствующего параметра для выбранной модели вращателя;
- При вращении оснастка не должна задевать пол и другие объекты.

Максимальная грузоподъемность двухстоечного вращателя составляет 10000 кг. Масса детали 600 кг. Масса оснастки, включающей в себя раму, прижимы и упоры составляет 495 кг. Масса двух комплектов направляющих – 90 кг. Масса трактора и сопутствующего оборудования составляет примерно 25 кг. Соответственно:

$$M_{\max} = 10000 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{нагр}} = 600 + 495 + 90 + 25 = 1210 \text{ кг.} \quad (1.2)$$

$$M_{\text{нагр}} \leq M_{\max},$$

где  $M_{\max}$  – максимальная грузоподъемность вращателя;

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						19
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$M_{\text{нагр}}$  – суммарная масса нагружающих элементов.

Значение наибольшего крутящего момента на оси вращателя составляет 15000 Нм.

Значение наибольшего крутящего момента при вращении составляет:

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{ГР1}} + M_{\text{НАГР}} + M_{\text{О1}} - M_{\text{О2}} - M_{\text{ГР2}}, \quad (1.3)$$

где  $M_{\text{ГР1}}$  – момент, создаваемый прижимами исполнения 1,

$M_{\text{НАГР}}$  – момент, создаваемый направляющими,

$M_{\text{О1}}, M_{\text{О2}}$  – момент, создаваемый опорами рамы,

$M_{\text{ГР2}}$  – момент, создаваемый прижимами исполнения 2.

$$M_{\text{кр}} = 0,48 \cdot 210 + 0,3 \cdot 140 + 0,24 \cdot 400 + 0,42 \cdot 40 - 0,21 \cdot 120 - 0,45 \cdot 140 = 167,4 \text{ Нм.}$$

Отсюда можно сделать вывод о том, что имеющийся вращатель подходит.

Максимальным габаритным размером рамы при вращении является ее ширина с учетом выступающих торцевых упоров, которая составляет 4840 мм. Расстояние от крайней точки оснастки до оси вращателя 2620 мм.

Расстояние от оси вращателя до пола 3000 мм. Следовательно, расстояние от крайней точки оснастки при вращении до пола составляет 380 мм, что удовлетворяет требуемому условию

Прижимы и упоры

Давление, с которым прижимы давят на детали, не должно приводить к их деформации.

Если напряжение  $\sigma = (2,8 \cdot f \cdot E \cdot \delta) / r^2 = 450,8$  МПа превышает  $\sigma_T$  (140 МПа), критическое давление можно найти по формуле (1.4):

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						20
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P = \sigma_T \cdot \delta / 0.15 = 0.21 \text{ МПа}, \quad (1.4)$$

где  $P$  – давление,

$\sigma_T$  – предел текучести сплава,

$\delta$  – толщина.

Торцевые упоры используются только для позиционирования свариваемого узла в приспособлении и особого давления на детали не создают.

Во избежание выкручивания упоров и прижимов, угол подъема резьбы винтов должен составлять  $2^\circ - 4^\circ$ .

### 1.8 Выбор режимов сварки проектируемой технологии

Точных методик расчета параметров режима сварки в научной литературе не представлено, поэтому выбор режима сварки производился исходя из производственного опыта и справочных данных.

В справочной литературе [6] приводятся режимы автоматической сварки плавящимся электродом, указанные в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Справочные режимы автоматической сварки алюминиевых сплавов плавящимся электродом

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	Число проходов
Тавровое, угловое и нахлесточное	4-6	1,2-2	200-260	18-22	20-30	6-10	1

Исходя из опыта производственной практики и того, что сварка будет выполняться в автоматическом режиме при помощи трактора, были выбраны параметры режима, указанные в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Выбранные параметры режима сварки

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Тип тока/полярность	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	Жесткость дуги
Н1	6	1,2	145-165	18-20	DC+	15	18-20	-8

Кроме того, были определены дополнительные параметры режима сварки:

- Вылет электрода 12 мм.
- Сварка без поперечных колебаний
- Сварка ведется на обратной полярности.

#### 1.9 Разработка проектируемого варианта технологии

В результате отработки технологии были получены оптимальные режимы автоматической сварки, указанные в таблице 1.15.

Результатом применения проектируемой технологии стало значительное повышение качества сварных соединений и достаточно серьезное уменьшение необходимого времени на сварку изделия.

Таблица 1.15 - Режимы автоматической сварки настила с использованием сварочного трактора Fronius FLEXTACK 45

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	Полярность	Число проходов
Н1	6	1,2	215	33	18-20	Обратная	1

Дополнительные параметры:

- Вылет электрода 12 мм;
- Сварка без колебаний;

Материалы:

В проектируемой технологии было принято решение не менять сварочную проволоку и газовую смесь, так как данные сварочные материалы удовлетворяют всем требованиям и позволяют получить сварные соединения необходимого качества.

Химический состав, механические и другие свойства данных сварочных материалов описаны в разделе 1.4.

#### 1.10 Контроль качества

Визуально — измерительный контроль (ВИК) сварных швов — это внешний осмотр достаточно крупных сварных конструкций, как невооруженным глазом, так и при помощи различных технических приспособлений для выявления более мелких дефектов, не поддающихся первоначальной визуализации, а также с использованием преобразователей визуальной информации в телеметрическую. ВИК относится к органолептическим (проводится органами чувств) методам контроля и осуществляется в видимом спектре излучений. Визуальное обследование в поисках теоретических дефектов производят с внешней стороны сварного шва, где при их обнаружении можно выполнить минимальные измерения с помощью оптических приборов и инструментов, заключить акт визуального осмотра.

Специалисты-контролеры при проведении визуального контроля сварных соединений металлов используют несколько видов инструментов.

Для наблюдения и выявления дефектов:

- Обзорные, телескопические, напольные лупы;

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						23
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



- линзы;
- микроскопы;
- эндоскопы и др.

Для проведения контроля в различных условиях работы:

1. Приборы цехового назначения. Область рабочей температуры от +5 °С до +20 °С, условия полного покоя, нормальное атмосферное давление, умеренная влажность.
2. Приборы полевого использования. Область рабочей температуры от -55 °С до +60 °С, условия умеренной тряски, вибрация, погодные осадки.

Использование данных приборов позволяет проводить более точный поиск дефектов и осуществлять визуально-оптический контроль качества сварных швов на любых объектах.

Визуально-оптический контроль — это второй этап визуального контроля с более широким, увеличенным диапазоном исследования за счет использования оптических приборов. В зависимости от применения метод предназначен для трех основных групп:

- Для поиска и анализа скрытых объектов. Используются приборы: эндоскопы, бороскопы, видеосистемы, перископические дефектоскопы.
- Для проведения контроля объектов, удаленных от рабочего места дефектоскописта. Диапазон применения — расстояние не более 250 мм от глаза контролера. Используются приборы: телескопические лупы, бинокли, зрительные трубы.
- Для обследования мелких близлежащих объектов. Диапазон применения от глаза специалиста на расстояние равное или меньшее 250 мм. Используются приборы: лупы, микроскопы.

Визуальный контроль сварных швов требуется и в условиях непригодных для работы органов чувств человека. В таких областях как: повышенные температуры, опасный радиационный фон, внешняя химически активная среда и другие. А так же в условиях, когда конфигурация исследуе-

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						24
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

мого объекта и его конструкция не позволяет в полной мере произвести анализ качества и измерения дефектов сварных швов (например, из-за большой высоты объекта или подземного его расположения). Тогда в дополнения к оптическим приборам для поиска и анализа скрытых объектов используются:

- платформы дистанционного управления;
- тепловизионные установки;
- световые приборы;
- автоматические системы транспортировки;
- управляемые роботы.

Таким образом, преобразователи визуальной информации позволяют контролировать сварочные швы ванны с раскаленным металлом в процессе переплавки.

Измерительный контроль — это важная составляющая ВИК, который проводится в соответствии со строгими правилами контроля и нормативными документами, регулирующими качество. Он заключается в присваивании дефекту категории или типа по одной из характеристик в виде конкретной физической величины, полученной путем практического измерения. Измерительные средства и их метрологические показатели указываются в нормативных документах.

При измерительном контроле применяют следующие инструменты, которые могут входить в обязательный набор инспектора технического надзора или дополнять его:

- измерительные лупы;
- угольники поверочные 90<sup>0</sup> лекальные;
- угломеры с нониусом;
- штангенциркули, штангенрейсмасы и штангенглубиномеры;
- щупы;
- микрометры;
- измерители стенок труб и толщинометры индикаторные;

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						25
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

- микрометры;
- калибры;
- металлический измеритель длины (рулетки, стальные измерительные линейки);
- нутромеры микрометрические и индикаторные;
- шаблоны: специальные, радиусные, резьбовые и др.;
- УШС-2, УШС-3 (шаблоны для геометрических параметров швов);
- поверочные плиты;
- набор специальных принадлежностей.

Данный метод контроля, ВИК относится к методам осуществимым с минимальным набором инструментов. Он заключается в сборе информации и основан на квалификации специалиста, человеческом факторе, но позволяет составлять акт визуального осмотра сварных швов, который считается объективным документом.

#### *Преимущества и недостатки*

Как и у любого другого метода контроля у ВИК есть свои плюсы и минусы. Давайте рассмотрим их подробнее.

Самый главный плюс — простота применения. Для проведения ВИК достаточно простейших инструментов и минимальных знаний. Такую работу можно поручить даже сварщику. Кроме того, несмотря на всю простоту, благодаря Вик можно узнать до 50% информации о качестве шва, что очень много. Также контролер потратит немного времени и сможет выполнить контроль в труднодоступном месте. Ну а если кто-то усомнится в правильности контроля, его можно провести повторно без больших временных и трудовых затрат.

За счет простых инструментов и возможности проведения контроля сварщиком такой метод является экономически выгодным. Не нужно привлекать дополнительного сотрудника, выплачивать ему зарплату и налоги, также не нужно беспокоиться о хранении и перемещении тяжелых приборов

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						26
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

для контроля. На многих предприятиях этот плюс играет очень большую роль.

#### 1.11 Технологический процесс по проектируемой технологии

##### 005 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

1. Проверить наличие сопроводительных документов
2. Контролировать геометрические размеры деталей согласно чертежу
3. Проверить отсутствие механических повреждений

Рулетка измерительная ГОСТ 7502-98

Штангенциркуль ГОСТ 166-89

##### 010 ТРАНСПОРТНАЯ

1. Переместить детали на рабочее место по сборке

При перемещении соблюдать требования схемы строповки

Кран электрический мостовой однобалочный ГОСТ 7890-93

Строп текстильный

##### 015 СЛЕСАРНАЯ

1. Зачистить кромки и ОШЗ на расстояние 20 мм. от оси шва по всей длине сварного соединения до металлического блеска

2. Продуть сжатым воздухом детали от стружки

3. Обезжирить кромки и ОШЗ на расстояние 20 мм. от оси шва по всей длине сварного соединения

4. Визуально контролировать качество подготовки кромок

Шлифмашинка пневматическая AtlasCopco G2412-1

Пистолет продувочный KS

Салфетки протирочные, изопропиловый спирт технический

##### 020 СБОРКА ПОД СВАРКУ

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						27
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Установить деталь в сборочно-сварочный стенд
2. Провести центровку настила
3. Прихватить настил по периметру к боковинам и поперечным балкам сцепок. 36 прихваток длиной 60-70 мм.

$I_{св}=215 \text{ А}$ ;  $U_{д}=19 \text{ В}$ ;  $V_{под}=9 \text{ м/мин}$ , жесткость дуги 0, -4

газовая смесь 70%Ar+30%He

Визуально контролировать качество прихваток

4. Зачистка прихваток

Шлифмашинка пневматическая AtlasCopco G2412-1

Пистолет продувочный KS

Салфетки протирочные, изопропиловый спирт технический

5. Сдать контролерам ОТК

#### 025 КОНТРОЛЬ

Контролировать геометрические размеры согласно чертежу

Уровень измерительный

Рулетка измерительная ГОСТ 7502-98

Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Контролировать зазоры, геометрические размеры и допуск неплоскостности согласно чертежу

#### 035 СВАРКА

1. Выполнить установку съемных направляющих для трактора и самого трактора

4. Выполнить сварку шва №1ГОСТ 14771-76-Н1 на режимах, указанных в таблице

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						28
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.15 - Режимы автоматической сварки настила с использованием сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	Полярность	Число проходов
Н1	6	1,2	215	33	18-20	Обратная	1

5. Снять трактор и съемные направляющие для установки на противоположной стороне настила

6. Выполнить установку трактора на стационарные направляющие

7. Выполнить сварной шва №2 ГОСТ 14771-76-Н1 на режимах, указанных в таблице 1.15.

Сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45

040 СЛЕСАРНАЯ

Зачистить сварной шов

Шлифмашинка пневматическая AtlasCopco G2412-1

Продуть сжатым воздухом область сварного шва

Пистолет продувочный KS

045 КОНТРОЛЬ

Провести визуально-измерительный контроль.

Вывод:

В результате выполнения работы была проанализирована базовая технология сварки настила и разработана новая технология, позволяющая добиться повышения качества сварных соединений и снижения общей трудоемкости изготовления детали.

## 2 Методический раздел

В технологической части, разработанной выпускной квалификационной работы, были рассмотрены технологичность и конструктивные особенности настила рамы вагона электропоезда, а также технологические требования к данному изделию, произведены анализ материала изделия и оценка его свариваемости. Кроме того, был проведен анализ существующей (базовой) технологии изготовления изделия, рассмотрены варианты модернизации этой технологии.

В процессе разработки предложена замена полуавтоматической сварки на автоматическую сварку плавящимся электродом в смеси газов с использованием сварочного трактора. 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 автоматической сварки плавлением». В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик полуавтоматической сварки плавящимся электродом в смеси газов» 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.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						30
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

*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;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

## 2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

1. Профессиональный стандарт «Ручная и частично механизированная сварка (наплавка)» (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).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик полуавтоматической сварки плавящимся покрытым электродом в среде защитных газов» (4-й уровень), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтомата.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной и частично механизированной сварки (наплавки) и «Оператор автоматической и роботизированной сварки».

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						31
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 2.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й уровень)» и «Оператор автоматической сварки плавлением»

<i>Характеристики</i>	«Сварщик ручной дуговой и частично механизированной сварки (наплавки)»	«Оператор автоматической сварки плавлением»
1	2	3
<i>Трудовая функция</i>	Подготовка, сборка, сварка и зачистка после сварки сварных швов элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) 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	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов
Трудовые действия	Ознакомление с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования Зачистка ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку Выбор пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Сборка элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений Сборка элементов конструкции	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для сварки в среде
	(изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных с применением сборочных приспособлений элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных на прихватках элементов конструкции (изделия, узлы, детали)	защитных газов

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
	<p>на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки</p> <p>Удаление ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и др)</p>	
<p><i>Необходимые умения:</i></p>	<p>Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку</p> <p>Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий,</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки и сварки в среде защитных газов</p>
	<p>узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции</p>	
<p>Необходимые знания</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Основные группы и марки свариваемых материалов</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p>

Окончание таблицы 2.1

1	2	3
	условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной
	Правила сборки элементов конструкции под сварку Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки Способы устранения дефектов сварных швов Правила технической эксплуатации электроустановок Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте	и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов
<i>Другие характеристики:</i>	Выполнение работ под руководством работника более высокого квалификационного уровня Рекомендуемое наименование профессии: сварщик Наименование квалификационного сертификата, выдаваемого по данной трудовой	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая в среде защитных газов планки автосцепки вагона
	функции: сварщик, 2-й квалификационный уровень Данную трудовую функцию может выполнять слесарь-монтажник с аналогичными трудовыми функциями, установленными соответствующим профессиональным стандартом	
<i>Характеристики выполняемых работ:</i>	Прихватка элементов конструкции ручной дуговой сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; Ручная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций планки автосцепки вагона	

*Вывод:* результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик ручной и частично механизированной сварки (наплавки)» и «Оператора автоматической сварки плавлением» является следующее:

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						34
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимые знания:

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов

Необходимые умения:

– Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением, и обозначение их на чертежах.

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки давлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

– Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку давлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением.

– Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки давлением.

– Требования к подготовке конструкции под сварку.

– Технология полностью механизированной и автоматической сварки давлением.

– Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.

– Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						35
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.
- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

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

*Требования к образованию и обучению:* Профессиональное обучение по программам профессиональной подготовки, переподготовки по профессиям рабочих и должностям служащих, как правило, в области, соответствующей направленности (профилю) по сварочному производству.

*Особые условия допуска к работе:* Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение обучения и проверки знаний норм и правил работы в электроустановках в качестве электротехнологического персонала в объеме группы II по электробезопасности или выше.

Прохождение обучения и проверки знаний правил безопасной эксплуатации баллонов.

Обучение мерам пожарной безопасности, включая прохождение противопожарного инструктажа и пожарно-технического минимума по соответствующей программе.

Прохождение обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда в установленном порядке.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						36
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.2 Разработка учебного плана переподготовки

На базе завода ООО «Уральские Локомотивы» действует учебный центр по обучению электросварщиков на полуавтоматических машинах в среде защитного газа плавящимся электродом.

При разработке обучения использовались следующие нормативные документы:

IRIS Международный стандарт железнодорожной промышленности, версия 02;

ГОСТ ISO 9000-2011 (ISO 9000:2005) Система менеджмента качества. Основные положения и словарь;

ГОСТ Р ИСО 10015-2007 Менеджмент организации. Руководящие указания по обучению;

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 23.07.2013г);

Федеральный закон от 29.12.12г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Положение об обучении персонала ООО «Уральские локомотивы» ПСМ 6.2-01/02 Издание 3;

Положение об адаптации персонала ООО «Уральские локомотивы» ПСМ 6.2-01/04 Издание 1;

Положение о повышении (подтверждении) квалификационных разрядов рабочим ООО «Уральские локомотивы» Издание 2.

Положение о доплатах и надбавках к тарифным ставкам (окладам) работникам ООО «Уральские локомотивы».

Пройдя обучение, сварщик попадает на завод, где закрепляется за наставником на срок до трех месяцев, таким образом, получается готовый специалист, для переподготовки которого на автоматизированный сварочный трактор не уходит много времени.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						37
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из выше сказанного и приведенного анализа профессиональных стандартов, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки». Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 2.2 - Учебный план переподготовки рабочих

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	66
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	52
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	76
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	188

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 профессионального стандарта, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 2.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Введение	2
2	Оборудование для автоматической сварки в среде газов	16
3	Сварочные материалы	6
4	Сварные конструкции	5
5	Технология автоматической сварки в среде газов	18
6	Механизация и автоматизация сварочного производства	5
	Итого:	52

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

#### 2.4 Разработка плана - конспекта урока

В рамках теоретического обучения по предмету «Спецтехнология» нами разработана методика проведения урока.

Тема урока «Устройство и принцип работы сварочного полуавтомата Fronius Trans Puls Synergic 4000 и сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45».

#### Цели занятия:

*Обучающая:* Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного полуавтомата Fronius Trans Puls Synergic 4000 и сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45, их назначении и принципе работы.

*Развивающая:* развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

*Воспитательная:* воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета.

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно иллюстративные методы.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						39
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		





Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
	<p>для автоматической сварки?                      2. Почему применяют сварочные трактора?                      3. Расскажите о возможностях сварочного трактора.</p>	
<p>Изложение нового материала                      35 минут</p>	<p>Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала.</p> <p>Компактный трактор обеспечивает широкие возможности сварки. В зависимости от поставленной задачи, могут использоваться направляющие трех различных типов. В разных областях промышленности, где необходимо варить изделия с изменяемой формой поверхности (например, кораблестроение, производство емкостей), трактор Flex Track 45 превосходное решение для поставленной задачи.</p>  <p>Быстрая и легкая установка на рельсы</p> <p>Тип рельсов (возможные варианты): кольцо, гибкие прямые или изогнутые, жесткие прямые направляющие на ножках с отключаемыми магнитными или вакуумными присосками.</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный трактор и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Все важные моменты прошу конспектировать по мере изложения материала.</p> <p>Вывешиваю методический плакат с обозначением основных узлов сварочного трактора, прошу учащихся назвать плюсы и минусы подобной сварки.</p>

1

2

3



Механизм подачи проволоки VR 4000

Обеспечивает надежную и непрерывную подачу проволоки на всем протяжении сварки. Возможность быстрой и легкой замены как сварочной проволоки так и легкой и удобной замены и чистки подающих роликов.



Пульт управления RCU 5000i

Функция орбитальной сварки- встроенный гравитационный датчик обеспечивает автоматическое переключение предварительно настроенных JOB ячеек со сварочными параметрами.

Объясняю важность правильной настройки прижимного механизма, а так же методы контроля и замены движущихся элементов.

Рассказываю об удобстве использования пульта во время сварки и о причинах, влияющих на изменения параметров сварки.

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата
------	-----	----------	---------	------

1

2

3



Ручная горелка AW 5000



Изучаем сварочную горелку, основные элементы, проговариваем как и чем эффективнее разобрать и прочистить горелку.

Легкий эргономичный дизайн и прочный корпус.



Смотрим крепление для сварочной горелки обращаем внимание на настройку углов наклона горелки.

Блок колебаний горелки

Высочайшая повторяемость процесса сварки и колебаний горелки, автоматический контроль длины дуги по току. Скорость колебания 5 – 400 см/мин  
Амплитуда 2 – 30 мм

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

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
	<p>Преимущества и особенности использования сварочного трактора:</p> <p>Использование данного приспособления обеспечивает процесс следующими преимуществами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Точная поддержка заданных параметров на протяжении всего выполнения процедуры;</li> <li>• Современные модели имеют цифровую индикацию;</li> <li>• Цикл сварочного процесса легко программируется по нужным параметрам;</li> <li>• Обеспечивается мягкий старт процесса;</li> <li>• Имеется возможность качественной результативной сварки даже в сложных местах;</li> <li>• С его помощью легко проходит сварка тонкого металла.</li> <li>• Высококачественные комплектующие</li> <li>• Прочный алюминиевый корпус</li> </ul> <div data-bbox="571 810 1227 1442" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="571 1447 826 1480">Источник питания</p> <p>Поджиг дуги отличается высокой надежностью и всегда стабилен. Это обеспечивается за счет микропроцессорного управления процессом. В начале сварки проволока подается очень медленно. Только после зажигания дуги происходит ускорение до требуемой скорости. Полностью автоматически, как и многое другое в аппаратах Fronius Trans Puls. Благодаря этому весь процесс сварки протекает в соответствии с точно запрограммированными характеристиками, и желаемый результат достигается как бы сам по себе.</p>	<p>Еще раз проговариваю плюсы использования сварочного трактора.</p> <p>Рассказываю про источник питания, называю его основные узлы, зачитываю из руководства пользователя о всевозможных настройках.</p>

## Окончание таблицы 2.4

1	2	3
	<p>С Fronius Trans Puls каждый будет профессиональным сварщиком, ведь в источниках тока встроена функция Synergic. Другими словами, для всех вариантов применения имеется соответствующая программа с настроенными параметрами. Вы выбираете толщину листа и присадочный материал, поворачиваете регулятор и готово. Все остальное мастерски делает сам аппарат. Ток, напряжение, мощность плавления. В результате достигается высочайшее качество сварки. действительно самое лучшее в данном классе.</p> <p>Конструкция сварочной систем Fronius Trans Puls тщательно продумана с учетом обеспечения бесперебойной работы. Большие колеса упрощают транспортировку аппарата и легко справляются с незначительными препятствиями, естественно предусмотрены проушины для крана, устройство подачи проволоки серийно комплектуется 4-роликовым приводом. Кроме того, имеется центральный разъем для сварочной горелки Fronius ++: отдельный подвод воды, чтобы вода не попала в газовый канал и не вызвала образования пор. Для аппарата в раздельном исполнении был разработан особенно прочный соединительный шланговый пакет с защитным приспособлением.</p>	
Выдача домашнего задания. 5 минут	Теперь запишем домашнее задание: повторить из каких подвижных частей состоит сварочный трактор, какие автоматические настройки а какие ручные?	Разбираем домашние задание, что нужно повторить к следующей теме.

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 на автоматических и полуавтоматических машинах»;
- составили учебный план для профессиональной «Оператор автоматической и роботизированной сварки»;

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						45
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

- 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 - плакат.

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

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	<i>Лис</i>
						46
<i>Изм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта был проанализирован базовый вариант изготовления сборки и сварки настила рамы вагона электропоезда ЭС2Г «Ласточка», выявлены его минусы. Были рассмотрены другие способы сварки и выбран один, по которому и разрабатывался в дальнейшем дипломный проект. Сделан выбор режимов сварки.

Разработана программа переподготовки по профессии «Оператор автоматической и роботизированной сварки» 4 квалификационного уровня.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						47
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Казаков, С.И. Свариваемость. Свариваемые и сварочные материалы - Ч.1: Свариваемость / С.И. Казаков, А.Е. Гончаров. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2009. - 156 с.

2 Волченко, В.Н. Сварка и свариваемые материалы: справочное издание: в 3 т. Т.1. Свариваемость материалов/ В.Н. Волченко; под ред. Э. Л. Макарова. - М.: Металлургия, 1991.- 528 с.

3 Каргин, В.Р. Основы технологических процессов ОМД: раздел прессование: учебное пособие / В.Р. Каргин, Б.В. Каргин. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. -234с.

4 Каталог продукции Siegmund на 2017 год [Электронный ресурс].- КрефельдРежим доступа:<http://www.deltasvar.ru/katalog/siegmund>.

5 Каталог продукции Fronius на 2016/2017 год [Электронный ресурс].- Крефельд. Режим доступа: [http://tctena.ru/pdf/fronius\\_produktkatalog\\_2016\\_2017\\_ua\\_low-002.pdf](http://tctena.ru/pdf/fronius_produktkatalog_2016_2017_ua_low-002.pdf).

6 Китаев, А.М. Справочная книга сварщика / А.М. Китаев, Я.А. Китаев М.: Машиностроение, 1985. - 256 с.

7 Волченко, В.Н. Контроль качества сварки: учебное пособие для машиностроительных вузов / В.Н. Волченко, А.К. Гурвич, А.Н. Майоров [и др.]; под ред. В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. - 328 с.

8 Коннов, В.В. Типовые методики радиационно-дефектоскопического контроля [Электронный ресурс] / Коннов В.В., Добромыслов В.А., Соснин Ф.Р., Фирстов В.Г., Карасина Е.Н., Ганин Е.Н. - ВИАМ. 1999. -16 с. Режим доступа: <https://viam.ru/public/files/1998/1998-202675.pdf>.

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

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						48
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

- 10 Скакун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.  
Ч.1.: 165 с.  
Ч.2.: 204 с.
- 11 Конищев, Б.П. Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие : в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ.ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 12 Кононенко, В.Я. Сварка алюминия: справочное пособие / В.Я. Кононенко. – изд-во: Экотехнология, 2010. – 216 с.
- 13 Кононенко, В.Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом: справочное пособие /В.Я. Кононенко. Киев: Ника-Принт, 2007. – 266 с.
- 14 Зусин, В.Я. Сварка и плавка алюминия и его сплавов: учебник / В.Я. Зусин, В.А. Серенко. – Мариуполь: Изд-во Рената, 2004. – 468 с.
- 15 Бродецкий, Г.Л. Системный анализ в логистике: учебник / Г.Л. Бродецкий. – М.: Академия, 2010. – 320 с.
- 16 Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
- 17 Троицкий, В.А. Дефекты сварных швов и средства их обнаружения / В.А Троицкий, В.П. Радько, В.Г. Демидко. – Киев: Вища школа, 2003. – 1144 с.
- 18 Куркин, С.А., Сварные конструкции / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. – М.: Высш. шк. 1991. – 397 с.
- 19 Федулова, М.А.Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2014. –49 с.
- 20 Кругликов, Г. И. Настольная книга мастера профессионального обучения / Г.И. Кругликов. – М.: Академия, 2007. – 272 с.

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						49
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

21 ГОСТ EN 15085-2015. Железнодорожный транспорт. Сварка железнодорожных транспортных средств и их элементов. Часть 3. Требования к проектированию [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200134846>, свободный. - Загл. с экрана.

22 ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки (с Изменениями № 1, 2, 3, с Поправками) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003141>, свободный. - Загл. с экрана.

23 ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменением № 1)[Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004883>, свободный. - Загл. с экрана.

24 ГОСТ 7890-93 Краны мостовые однобалочные подвесные. Технические условия. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004376>, свободный. - Загл. с экрана.

25 ГОСТ Р 52087-2003 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200032334>, свободный. - Загл. с экрана.

26 ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». -

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						50
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Электрон.дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004328>, свободный. - Загл. с экрана.

27 ГОСТ 166-89 (СТ СЭВ 704-77 - СТ СЭВ 707-77; СТ СЭВ 1309-78, ИСО 3599-76) Штангенциркули. Технические условия (с Изменениями № 1, 2). [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». -Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012675>, свободный. - Загл. с экрана.

28 ГОСТ Р ИСО 10042-2009 Сварные соединения из алюминия и его сплавов, полученные дуговой сваркой. Уровни качества. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200081515>, свободный. - Загл. с экрана.

29 ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293802/4293802000.htm>, свободный. - Загл. с экрана.

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

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						51
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение А

					ДП 44.03.04.138 ПЗ	Лис
						52
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		