

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОРПУСА  
КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ УРАНА**

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: 611

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 ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОРПУСА КОНТЕЙНЕРА  
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ УРАНА**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-504 \_\_\_\_\_ К.А.Севрюхин

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

Нормоконтролер:  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Д.Х.Билалов

Екатеринбург 2019

# ДП 44.03.04.253 ПЗ

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литера	Лист	Листов
Разраб.	Квитковская						
Прове-	Плаксина.						
Рук.							
Н.	Билалов						
Утв.	Гузанов						

Разработка технологии сборки и роботизированной сварки рабочего колеса промышленного колеса

ФГАОУ ВО РГГПУ, ИИПО каф  
ИММ эр.СМ-401п

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 62 листа машинописного текста, таблиц, 11 рисунков, 3 использованных источника, 3 приложения на 3 листах, графическую часть на 5 листах формата А1.

**Ключевые слова:** СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ, КОРПУС КОНТЕЙНЕРА, СТАЛЬ 10ХСНД, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ.

Северюхин К. А. Разработка технологии сборки и сварки изделия корпус контейнера для хранения урана /К. А. Северюхин ; Рос.гос.проф.-пед ун-т, Ин-т инж.-пед.образования, каф.инжиниринга и проф. обучения в машиностроении и металлургии. \_екатеринбург,2019.-63с.

**Краткая характеристика содержания ВКР:**

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки корпуса контейнера для хранения урана».

2. Целью данной работы разработать технологию и подобрать оборудование для изготовления изделия «Корпус контейнера для хранения урана».

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнен

Расчет основных параметров режимов сварки;

Разработка технологии изготовления изделия «Корпус контейнера для хранения урана»;

Выбор оборудования необходимого для изготовления изделия;

Разработка методики переподготовки рабочих в условиях предприятия.

4. Результаты данной работы могут быть использованы при

проектировании технологии сборки и сварки корпуса контейнера

					ДП 44.03.04.611 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Северюхин			РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОРПУСА КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ УРАНА	<i>Литер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Глакшина Л.Т					2	
Н. Контр.		Билалов Д.Х				ФГАОУ ВО РГПУ Май каф. МСП, гр 3СМ-504		
Утверд.		Гузанов Б.Н						

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						3
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						4
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Инженерный раздел.....	8
1.1 Анализ сварной металлоконструкции.....	8
1.2 Обоснование выбора материала.....	9
1.3 Анализ существующего способа сварки выбранной металлоконструкции.....	13
1.4 Выбор способа сварки.....	17
1.5 Выбор сварочных материалов.....	24
1.6 Расчет параметров режима сварки.....	30
1.7 Выбор и обоснование основного сварочного оборудования.....	38
1.8 Выбор и обоснование сборочного оборудования, его компоновка.....	39
1.9 Контроль качества сварных соединений.....	42
1.10 Технологический процесс сборки и сварки металлоконструкции.....	44
2 Методический раздел.....	47
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	47
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	54
2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	55
2.4 Разработка плана - конспекта урока .....	56
2.5 Вывод по методическому разделу.....	58
Заключение.....	59
Список использованных источников.....	60
Приложение -Спецификации.....	63

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						5
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Во всех отраслях машиностроения широко применяют высокопроизводительные и экономически эффективные технологические процессы сварки, наплавки, термической резки, позволяющие успешно обрабатывать почти все конструкционные материалы толщиной от десятков микрометров до нескольких метров.

Задачей дипломного проекта является разработка технологии и подбор оборудования автоматической сварки изделия «Корпус контейнера для хранения урана».

Разрабатываемый технологический процесс сварки должен не только обеспечивать получение надёжных сварных соединений и конструкций, отвечающих всем эксплуатационным требованиям, но должен также допускать максимальную степень механизации и автоматизации производственных процессов изготовления изделий.

При разработке данного дипломного проекта с применением автоматизации трудоёмких процессов решаются следующие неразрывно связанные технические, экономические задачи: увеличение производительности труда путём замены ручного труда работой автомата; сокращение общего количества технологических операций; снижение себестоимости продукции путём уменьшения прямых производственных затрат при увеличении производительности труда.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкции

Предметом разработки является процесс сборки и сварки «Корпус контейнера для хранения урана»

Цель данного дипломного проекта разработать технологию и подобрать оборудование для изготовления изделия «Корпус контейнера для хранения урана».

									Лис
									6
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Для достижения поставленной цели в проекте решается ряд задач таких как:

- Расчет основных параметров режимов сварки;
- Разработка технологии изготовления изделия «Корпус контейнера для хранения урана»;
- Выбор оборудования необходимого для изготовления изделия;
- Разработка методики переподготовки рабочих в условиях предприятия.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления, включающий автоматическую сварку в защитном газе; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства .

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. 611 ПЗ	Лис
						7
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

# 1 ИНЖЕНЕРНЫЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Анализ сварной металлоконструкции

Конструкция предназначена для перевозки и хранения химического концентрата природного урана.

Промышленное использование атомной энергии вносит важный вклад в обеспечение устойчивого развития государства за счет высокой наукоемкости, технологичности и экологичности энергопроизводства. Обращение с радиоактивными материалами предполагает их транспортирование.

Перевозка радиоактивных материалов является неотъемлемой частью деятельности предприятий, эксплуатирующих радиоактивные материалы.

В связи с тем, что все радиоактивные материалы являются опасными грузами класса 7, объективно возникает необходимость дальнейшего развития и совершенствования существующей системы безопасности транспортирования радиоактивных материалов.

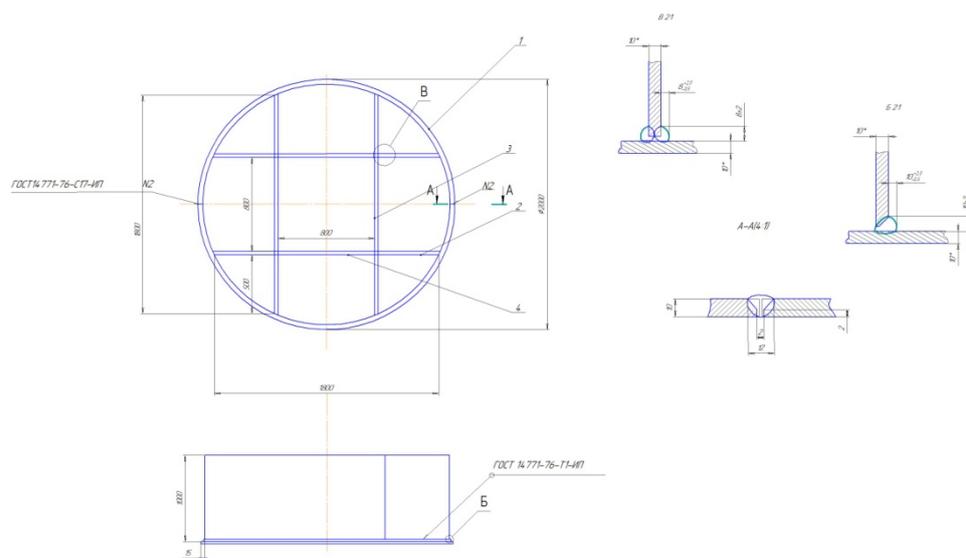
Гарантированное обеспечение безопасности перевозок радиоактивных материалов связано с решением ключевых, в данный момент, взаимосвязанных задач:

- совершенствования нормативной и правовой базы;
- предотвращением угроз технологической безопасности при перевозках радиоактивных материалов;
- необходимости постройки судна-контейнеровоза;
- неизбежности государственного управления перевозками радиоактивных материалов;
- соблюдением базовых принципов обеспечения безопасности перевозок радиоактивных материалов;
- предупреждением возникновения и развития транспортных аварий, связанных с радиологическими террористическими актами;
- культурой безопасности при обращении с радиоактивными материалами.

									Лис
									8
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

На практике обеспечение безопасности упаковки при перевозках означает комплекс взаимосвязанных конструкторских и технологических решений, правовых, организационных, хозяйственных мероприятий, направленных на снижение опасности упаковки до уровня, определяемого нормами (критериями) безопасности.

В ходе выполнения проекта я постарался учесть необходимые требования по эксплуатации контейнеров для перевозки и хранения радиоактивных веществ.



1-сектор; 2-ребро; 3-ребро; 4-ребро

Рисунок 1-Корпус контейнера для хранения урана

Такая форма конструкции имеет немало преимуществ перед контейнером в виде короба:

При цилиндрической форме контейнер уступает в весе короб-контейнеру, следовательно, сохраняя объем и требования к объему расход материала уменьшается, не теряя своих прочностных характеристик.

При хранении в отстойниках контейнер-цистерна занимает меньшую площадь в отличии от короб-контейнера. (Если площадь занимаемая одним короб-контейнером при хранении равна  $S_{к-к}=3,9 \text{ м}^2$ , то контейнер-цистерна занимает не много не мало  $S_{к-ц}=2,3 \text{ м}^2$ ).

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис 9
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

Также цилиндрическая форма контейнера имеет меньшую вероятность от рассыпания и разгерметизации при аварии во время транспортировки.

Технические требования

Назначение – для перевозки и хранения химконцентрата природного урана.

Вместимость – не менее 2,3 м<sup>3</sup>.

Грузоподъемность – не более 4,44 тс.

Масса брутто – не более 5,00 т.

### 1.2 Обоснование выбора материала

Таблица 1 - Характеристика материала

Марка :	10ХСНД
Заменитель:	16Г2АФ
Классификация :	Сталь конструкционная для сварных конструкций
Дополнение:	Сталь легированная хромокремненикелевая с медью
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,

Таблица 2 - Химический состав сплава [1]

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

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ					Лис
										10
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата						

Таблица 3 - Механические свойства сплава [1]

Сортамент	Размер	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\psi$	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
Лист, ГОСТ 19282-73	5 - 9		540	400	19			
Прокат, ГОСТ 6713-91			510-685	390	19		290	
Сорт, Класс прочности 390, ГОСТ 19281- 2014	до 50		530	390	18			

Таблица 4- Расшифровка механических свойств[1]

Механические свойства	
$\sigma_B$	- Предел кратковременной прочности , [МПа]
$\sigma_T$	- Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]
$\delta_5$	- Относительное удлинение при разрыве , [ % ]
$\psi$	- Относительное сужение , [ % ]
KCU	- Ударная вязкость , [ кДж / м <sup>2</sup> ]
НВ	- Твердость по Бринеллю , [МПа]
Свариваемость	
без ограничений	- сварка производится без подогрева и без последующей термообработки
ограниченно свариваемая	- сварка возможна при подогреве до 100-120 град. и последующей термообработке
трудносвариваемая	- для получения качественных сварных соединений требуются дополнительные операции: подогрев до 200-300 град.

По сравнению с высокоуглеродистыми низколегированные стали обладают более высоким пределом текучести, пониженной склонностью к механическому старению, повышенной хладостойкостью, лучшей коррозионной стойкостью, низкой ударной вязкостью. Так как углерода в стали мало, то сварка ее довольно проста, причем сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки, благодаря чему не происходит снижение пластических свойств или увеличение ее зернистости. К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 10ХСНД по сравнению с другими сталями, которые хуже варятся и меняют свойства после термообработки.

#### Оценка свариваемости стали

Свариваемость – это способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. От химического состава стали зависит ее структура и физические свойства, которые могут изменяться под влиянием нагрева и охлаждения металла при сварке. На свариваемость стали влияет содержание в ней углерода и легирующих элементов.

При оценке свариваемости роль химического состава стали является преобладающей. По этому показателю в первом приближении проводят оценку свариваемости.

При оценке влияния химического состава на *свариваемость сталей*, кроме содержания углерода, учитывается также содержание других легирующих элементов, повышающих склонность стали к закалке. Это достигается путем пересчета содержания каждого легирующего элемента стали в эквиваленте по действию на ее закаливаемость с использованием переводных коэффициентов, определенных экспериментально. Суммарное содержание в стали углерода и пересчитанных эквивалентных ему количеств легирующих элементов называется углеродным эквивалентом. Для его расчета существует ряд формул, составленных по различным методикам,

										Лис
										12
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ					

которые позволяют оценить влияние химического состава низколегированных сталей на их свариваемость:

$$[C]X = C + Mn/9 + Cr/9 + Ni/18 + 7Mo/90 \quad (1.1)$$

$$C_{\Sigma} = 0,12 + 0,8/9 + 0,9/9 + 0,8/18 = 0,35\%$$

Свариваемость без ограничения

Для оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих трещин применим расчетный метод с использованием критерия Уилкинсона — Итамуры, формула расчета которого применительно к низколегированным сварным швам имеет вид

$$HCS = \frac{C(S+P+\frac{Si}{25}+\frac{Ni}{100})1000}{3Mn+Cr+Mo+Va}, \quad (1.2)$$

где HCS- параметр, оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин, %

C, S, P и др. - химич. элементы, %.

Если  $HCS > 4$ , то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам, т.е. в условиях жестких сварных соединений (например угловых и тавровых крестообразных) темп сварочной деформации может привести к образованию горячих трещин.

$$HCS = \frac{0,12 \left( 0,035 + 0,03 + \frac{1,1}{25} + \frac{0,8}{100} \right) 1000}{3 \times 0,8 + 0,9} = 2,9$$

Так как расчетное значение параметра HCS менее 4, появление горячих трещин не происходит.

1.3 Анализ существующего способа сварки выбранной металлоконструкции

									Лис
									13
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

### Заготовительная операция

а) Заготовки в виде сегментов привозят в готовом виде

б) Оборудование и инструмент:

— установка для термической (плазменной, газокислородной) разделительной резки металлопроката;

— чертилка, мел, кернер;

— комплект измерительных приборов:

▪ рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000мм, ценой деления 1,0мм;

▪ штангенциркуль;

▪ угломер.

### Контроль

а) Контролировать геометрические размеры заготовки и качество обработки поверхностей;

б) Инструмент - комплект измерительных приборов:

▪ рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000мм, ценой деления 1,0 мм;

▪ штангенциркуль;

▪ угломер.

### Зачистка

а) Зачистить свариваемые кромки и прилегающие поверхности на расстоянии не менее 25 мм с обеих сторон от разделки кромок . Торцы кромок зачистить до металлического блеска;

б) Оборудование и инструмент:

— машинка углошлифовальная;

— щётка металлическая дисковая.

### Контроль

Контролировать качество зачистки кромок под сварку

### Сборка

а) Произвести сборку изделия

									Лис
									14
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Материал собирается перед сборкой на складе заготовок

б) Оборудование:

Контроль

а) Контролировать качество сборки.

б) Инструмент - комплект измерительных приборов:

- рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000 мм, ценой деления 1,0 мм;

- штангенциркуль;

- набор щупов.

Сварка механизированная полуавтоматом в среде защитных газов

Провести сварку секторов и ребер

Зачистка

а) Зачистить сварное соединение от шлака, окалины, брызг расплавленного металла, налёта сварочного аэрозоля;

б) Оборудование и инструмент:

- молоток зубильный;

- машинка углошлифовальная с абразивным армированным зачистным кругом;

- щётка металлическая.

Контроль

а) выполнить контроль геометрических параметров сварного шва и качество его формирования. Трещины, поры, несплавления и подрезы в сварном соединении недопустимы;

б) инструмент:

- комплект измерительных приборов:

- рулетка с диапазоном измерений от нуля до 2000мм, ценой деления 1,0мм;

- универсальный шаблон сварщика.

									Лис
									15
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

## 1.4 Выбор способа сварки

### Ручная дуговая сварка

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток. Дуга расплавляет металлический стержень электрода, его покрытие и основной металл как показано на (Рис. 1.2). Расплавляющийся металлический стержень электрода в виде отдельных капель, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну. В сварочной ванне электродный металл смешивается с расплавленным металлом изделия (основным металлом), а расплавленный шлак всплывает на поверхность.

Глубина, на которую расплавляется основной металл, называется глубиной проплавления. Она зависит от режима сварки (силы сварочного тока и диаметра электрода), пространственного положения сварки, скорости перемещения дуги по поверхности изделия (торцу электрода и дуге сообщают поступательное движение вдоль направления сварки и поперечные колебания), от конструкции сварного соединения, формы и размеров разделки свариваемых кромок и т. п. Размеры сварочной ванны зависят от режима сварки и обычно находятся в пределах: глубина до 7 мм, ширина 8—15 мм, длина 10—30 мм. Доля участия основного металла в формировании металла шва обычно составляет 15—35%.

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						16
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

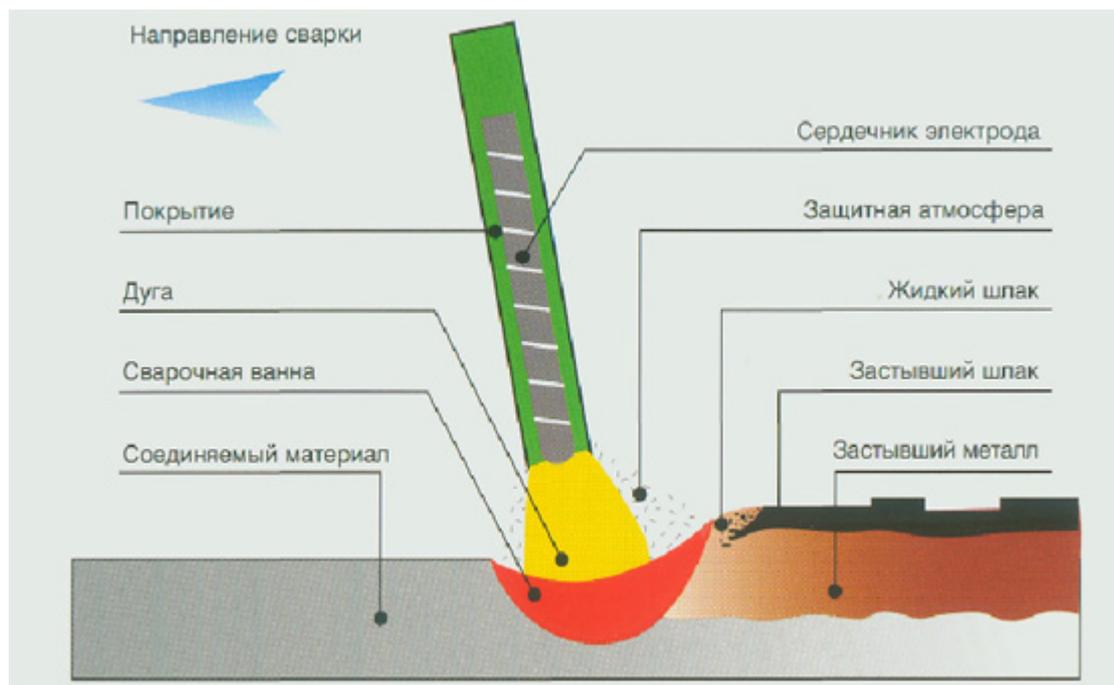


Рисунок 2- Схема ручной электродуговой сварки

Расстояние от активного пятна на расплавленной поверхности электрода до другого активного пятна дуги на поверхности сварочной ванны называется длиной дуги. Расплавляющееся покрытие электрода образует вокруг дуги и над поверхностью сварочной ванны газовую атмосферу, которая, оттесняя воздух из зоны сварки, препятствует взаимодействиям его с расплавленным металлом. В газовой атмосфере присутствуют также пары основного и электродного металлов и легирующих элементов. Шлак, покрывая капли электродного металла и поверхность расплавленного металла сварочной ванны, способствует предохранению их от контакта с воздухом и участвует в металлургических взаимодействиях с расплавленным металлом.

Кристаллизация металла сварочной ванны по мере удаления дуги приводит к образованию шва, соединяющего свариваемые детали. При случайных обрывах дуги или при смене электродов кристаллизация металла сварочной ванны приводит к образованию сварочного кратера (углублению в шве, по форме напоминающему наружную поверхность

сварочной ванны). Затвердевающий шлак образует на поверхности шва шлаковую корку.

Длина дуги зависит от марки и диаметра электрода, пространственного положения сварки, разделки свариваемых кромок и т. п. Нормальная длина дуги считается в пределах  $L_d = (0,5 — 1,1) d_{эл}$  ( $d_{эл}$  — диаметр электрода). Увеличение длины дуги снижает качество наплавленного металла шва ввиду его интенсивного окисления и азотирования, увеличивает потери металла на угар и разбрызгивание, уменьшает глубину проплавления основного металла. Также ухудшается внешний вид шва.

Для возбуждения дугового разряда при сварке для получения начальной ионизации обычно сводят два электрода до соприкосновения (электрод и деталь), а затем быстро их разводят. При достаточно большом токе при соприкосновении электродов в промежутке между концами электродов выделяется большое количество тепла. Ток между электродами проходит через мелкие неровности на торцах и разогревает их до расплавления. При быстром разведении электродов расплавленные мостики растягиваются и сужаются, вследствие чего плотность тока доходит в них в момент разрыва до такой величины, что обращает их в пар. При высокой температуре паров металла ионизация промежутка получается настолько значительной, что при сравнительно небольшой разности потенциалов между концами электродов возникает дуговой разряд. Разряд поддерживается далее как устойчивая стационарная дуга в том случае, если сохраняются факторы, поддерживающие ионизацию дугового промежутка.

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						18
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

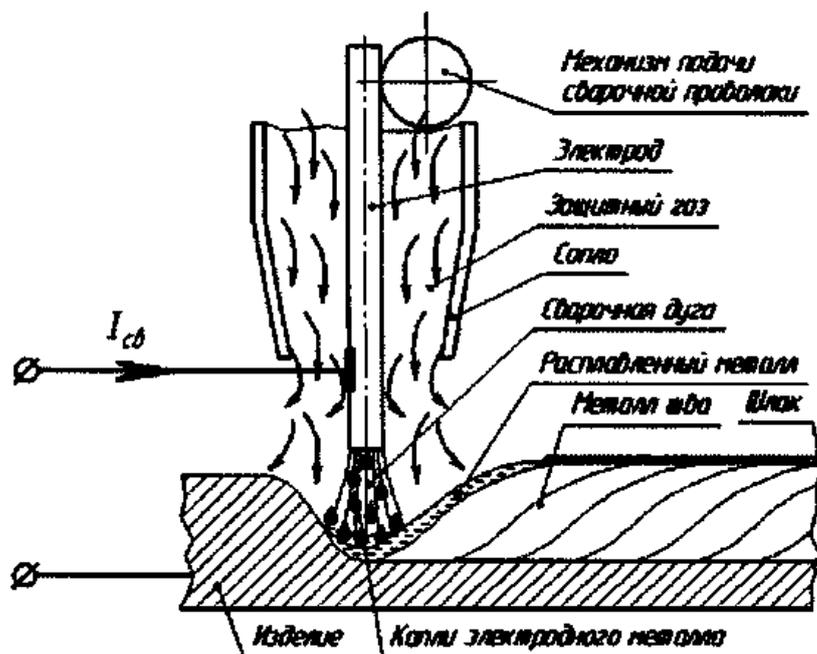


Рисунок 3 - Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов.

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 1.3.2) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 30 %. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в защитных газах выполняют плавящимся и неплавящимся металлическим электродом.

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых

соединений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3—2,0 мм (например, канистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без присадки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате прочность соединения составляет 50—70% прочности основного металла.

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электродом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют электродную проволоку диаметром 0,8—1,6 мм.

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоуглеродистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной проволоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Влияние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

На свойства металла шва влияет качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовываться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно. Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает механические свойства шва.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей

									Лис
									20
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом. Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1-5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей может также применяться аргон с добавкой 12- 25 % углекислого газа.

Преимущества сварки в защитных газах:

- 1) высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- 2) возможность сварки в различных пространственных положениях;
- 3) возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;
- 4) отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- 5) высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
- б) низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа сварки в защитных газах по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги.

Для стали 10ХСНД, условий работы изделия и с учетом конструкции принимаем автоматическую сварку в среде защитных газов. Ручная дуговая сварка (РДС) не производительна, требует большой затраты времени. Применение сварки под флюсом нецелесообразно в следствии конструктивных особенностей изделия.

									Лис
									21
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Для сварки стали 10ХСНД применяют сварку плавящимся электродом в смеси газов Коргон 18

Используем для сборки полуавтоматическую, а для сварки автоматическую сварку

Также полуавтоматической сваркой проводим сварку ребер.

В базовом технологическом процессе сварка производилась полуавтоматом в  $CO_2$ . Для повышения автоматизации проектируемого технологического процесса используем автоматическую сварку с использованием смеси Коргон 18. Сборка и проварка ребер жесткости производится полуавтоматом Коргон 18.

Полуавтоматическая сварка в среде защитного газа - наиболее универсальный и распространенный в промышленности метод сварки.

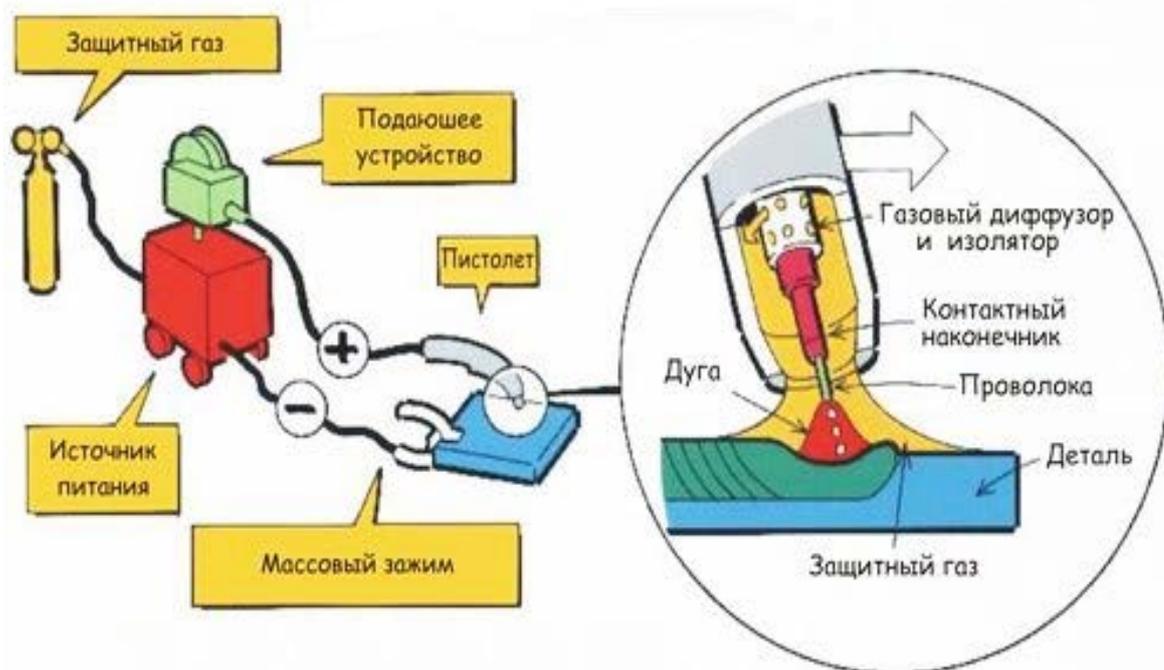


Рисунок4 –Полуавтоматическая сварка для сборки ребер

Применение термина «полуавтоматическая» не вполне корректно, поскольку речь идет об автоматизации только подачи присадочной проволоки, а сам метод MIG/MAG с успехом применяется при

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		22

автоматизированной роботизированной сварке. В качестве защитного газа при этом методе все чаще используются многокомпонентные газовые смеси, в состав которых помимо углекислого газа могут входить аргон, кислород, гелий, азот и другие газы.

Основной принцип сварки MIG-MAG заключается в том, что металлическая проволока во время сварки подается автоматически в зону сварки через сварочную горелку и расплавляется теплом дуги. Проволока при этом методе играет двойную роль – она является и токопроводящим электродом, и служит присадочным материалом. Результат (качество) сварки MIG-MAG в значительной мере зависит от правильности выбора режимов работы сварочного аппарата (напряжение дуги, ток, скорость подачи проволоки, скорость сварки), а также от правильности выбора и расхода защитного газа (скорость подачи газа через сопло).

Защитный газ, который подается в зону сварки через газовое сопло, защищает дугу и сварочную ванну с расплавленным металлом. Металл в расплавленном состоянии химически активен и может взаимодействовать с защитным газом. Инертный защитный газ, такой как аргон или гелий, химически не реагирует с металлом в сварочной ванне в процессе горения дуги. Примером активных защитных газов являются углекислого газа и смеси аргона (реже гелия) с небольшими добавками углекислого газа или кислорода. До недавнего времени углекислота являлась наиболее распространенным видом защитного газа для полуавтоматической сварки.

При сварке плавящимся электродом шов образуется за счет проплавления основного металла и расплавления дополнительного металла — электродной проволоки. Поэтому форма и размеры шва помимо прочего зависят также от характера расплавления и переноса электродного металла в сварочную ванну. Характер переноса электродного металла определяется в основном материалом электрода, составом защитного газа, плотностью сварочного тока и рядом других факторов.

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис 23
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

Для улучшения технологических свойств дуги применяют периодическое изменение ее мгновенной мощности – *импульсно-дуговая сварка*. Теплота, выделяемая основной дугой, недостаточна для плавления электродной проволоки со скоростью, равной скорости ее подачи.

Вследствие этого длина дугового промежутка уменьшается. Под действием импульса тока происходит ускоренное расплавление электрода, обеспечивающее формирование капли на его конце. Резкое увеличение электродинамических сил сужает шейку капли и сбрасывает ее в направлении сварочной ванны в любом пространственном положении.

Так же в последнее время получили широкое распространение синергетически-полуавтоматические источники сварочного тока, отличительной особенностью которых является простота настройки и эксплуатации. При введении некоторых параметров (напр. Тип материала и толщина) остальные сварочные параметры задаются автоматически. Это позволяет экономить время и материал при настройке, а так же для эксплуатации аппаратов данного типа не требуется высокая квалификация сварщика. Для прихваток и сварки ребер Принимаем полуавтомат ПДГ-504.

## 1.5 Выбор сварочных материалов

### Сварочная проволока

Согласно ОСТ 24.050.34 – 84 для изготовления элементов сварных конструкций, предназначенных для эксплуатации в районах с умеренным климатом допускается:

- механизированная дуговая сварка в смеси газов Коргон 18 с применением сварочных проволок марок Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70,.

При сварке смеси идет активное окисление сварочной ванны, поэтому в составе сварочной проволоки должны присутствовать элементы раскислители Mn и Si.

Для автоматической и полуавтоматической сварки в смеси коргон 18

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						24
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

выбираем сварочную проволоку Св – 08Г2С диаметром 1,2мм, обеспечивающую требуемую технологическую прочность (равнопрочность сварного шва и основного металла). Химический состав проволоки приведен в таблице 8.

Таблица 8- Химический состав проволоки,%

Марка проволоки	C	Si	Mn	Cr, не более	Ni, не более	P, не более
Св-08Г2С	0,5-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	0,20	0,25	0,030

Таблица 9- Механические свойства проволоки

$\sigma_t$ , МПа	$\sigma_v$ , МПа	$\delta$ , %	$\alpha$ (Дж/см <sup>2</sup> ) при температуре, °С			
			+20	-20	-40	-60
360	481	30,1	16,0	13,9	12,3	8,4

Проволока Св-08Г2С изготавливается с омедненной поверхностью. По согласованию проволока поставляется намотанной на катушки или кассеты. Проволока в мотках ( катушках, кассетах) должна состоять из одного отрезка, свернутого перепутанными рядами и плотно укатанными таким образом, чтобы исключить возможность распутывания или разматывания мотка. Концы проволоки должна быть легко находимы.

Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоения, закатов, раковин, окалины, ржавчины, масла. На поверхности проволоки допускаются риски, царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина пороков не должна превышать предельного отклонения по диаметру проволоки. Проволока должна быть принята техническим контролем предприятия-изготовителя. Каждая партия проволоки должна сопровождаться сертификатом, удостоверяющим соответствие проволоки требованиям ГОСТ 2246-70.

Защитный газ

									Лис
									25
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Газовая смесь «К-18» - это смесь 82 % аргона и 18 % диоксида углерода. Газовая смесь, К-18 (18% CO<sub>2</sub>+Ar), ТУ 2114-004-00204760-99. Наиболее универсальная двухкомпонентная смесь для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей. Универсальна. Сварка с использованием защитной сварочной смеси в баллонах широко используется западными и отечественными производителями. Ее применяют как для мелких бытовых изделий, так и для крупнейших металлоконструкций. Электрогазосварочные работы в чисто газовой среде в индустриально развитых странах давно остались в прошлом. Им на смену пришли многокомпонентные газовые смеси улучшенного состава. Для полноценной защиты дуги применяются смеси, основанные на аргоне, гелии и других технических газах.

Для проведения большинства электросварочных работ на сегодняшний день требуется применение сварочной смеси, цена которой лишь немного превышает традиционную среду защитных газов. Наилучшей считается сварочная смесь в баллонах, на основе аргона. Такая сварочная смесь в баллонах состоит на 82% из аргона и на 18% из углекислого газа. Использование сварочных смесей на основе аргона вместо традиционной углекислоты, позволит существенно повысить качество сварки без модернизации оборудования и изменения технологий.

#### Преимущества сварочной смеси в баллонах

Преимущества сварочной смеси в баллонах, основу которой составляет аргон, очевидны:

производительность сварки за единицу времени гораздо больше, в сравнении с традиционной сваркой;

потери электродного металла на разбрызгивание снижаются на 80%; количество прилипания брызг в районе сварного шва снижается, вследствие чего уменьшается трудоемкость их удаления; увеличивается глубина провара шва, что приводит к большей прочности конструкций;

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						26
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

повышается стабильность процесса сварки;

качество сварного шва приводит к снижению пористости металла и уменьшению неметаллических включений;

улучшаются условия труда;

сохраняется здоровье сварщика;

Одним из важных факторов почему многие предприятия не используют в своем производстве газовые смеси является разница в цене между баллоном углекислоты и баллоном газовой смеси. Однако, как показывает опыт, использование газа при производстве как правило несет очень маленький процент в общем объеме себестоимости, но позволяет существенно увеличить скорость производственного цикла, а также качество выпускаемой продукции.

Получение газовой смеси  $82(\pm 1)\% \text{ Ar} + 18(\pm 1)\% \text{ CO}_2$  осуществляется при помощи смесителя УГС – 1, и готовая смесь поступает на место сборочно-сварочных работ [ 3].

При изготовлении данной конструкции в заготовительном процессе при раскрое металла появились криволинейные резы, следовательно раскрой металла на гильотинных ножницах невозможен.

Для раскроя металла деталей сложной формы используем стационарную копировальную машину термической резки «Стрела Пл». Она предназначена для вырезки деталей из листового металлопроката при помощи магнитного копировального устройства по шаблону или с циркульным устройством. Использование станочных управляющих позволит добиваться высокой точности воспроизведения заданного контура. Удобный выносной пульт управления позволяет дистанционно управлять процессом резки. Большая рабочая зона и высокая скорость резания до 6.0 м/мин обеспечивают высокую производительность резки. Качество торца вырезанных на этой машине деталей, позволяет избежать дальнейшей механической обработки.

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов, заданных размеров, формы и качества.

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						27
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

При автоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов такими характеристиками являются: сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход газа.

Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Для определения количества проходов определим площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>.

### 1.6 Расчет параметров режима сварки

Расчет параметров автоматической сварки

1) Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле

$$F_{\text{н}} = F_1 + F_2 \quad (1.3)$$

где:  $F_{\text{н}}$  - площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>;

$$f = 10 \text{ мм};$$

$$e = 12 \text{ мм};$$

$$q = 3 \text{ мм}.$$

$$F_1 = \frac{f^2}{2}, \quad \text{при } \alpha=45^\circ \quad (1.4)$$

$$F_1 = \frac{10^2}{2} = 50 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = e \cdot q \quad (1.5)$$

$$F_2 = 12 \cdot 3 = 36 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{н}} = 50 + 36 + (-26) = 60 \text{ мм}^2$$

									Лис
									28
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

$$F_H = \frac{f^2}{2} + e \cdot q - 0,73 \cdot e \cdot q \quad (1.6)$$

$$F_H = \frac{10^2}{2} + 12 \cdot 3 - 0,73 \cdot 12 \cdot 3 = 50 + 36 - 26 = 60 \text{ мм}^2$$

Поскольку для данного сварного соединения существует возможность прожога при автоматической сварке из-за отсутствия подкладных пластин или предварительно – выполненного подварочного шва, предлагается выполнить сварку в два прохода, приняв для расчёта площадь сечения ( $F_1$ ) каждого прохода 30 мм<sup>2</sup>.

## 2) Расчёт диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего, подварочного и т.п.) мм:

$$d_{э.п.} = K_d \cdot F_H^{0,625}, \quad (1.7)$$

где коэффициент  $K_d$  выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации из таблицы 5

Таблица 9 - Значение коэффициента  $K_d$

Положение шва	Сварка	
	автоматическая	механизированная
«Лодочка», нижнее	0,149...0,409	0,149...0,409
Вертикальное, горизонтальное, потолочное	0,184...0,503	0,184...0,326

$$d_{э.п.} = 0,149 \cdot 30^{0,625} = 0,149 \cdot 8,4 = 1,2 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.} = 0,409 \cdot 30^{0,625} = 0,409 \cdot 8,4 = 3,4 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.} = 1,2 \div 3,4 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{э.п.} = 1,2 \text{ мм}$ .

Определение исходной глубины проплавления.

									Лис
									29
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Для выполнения расчёта параметров режима сварки необходимо схему соединения с разделкой кромок привести к схеме сварки без разделки кромок с нулевым зазором. Приведения из условия, что общая высота сварного шва для соединений с разной разделкой остается одной и той же величиной при одинаковых параметрах режимов сварки.

Рассчитаем приведённое значение глубины проплавления  $h_p$  согласно схеме:

$$h_p = S - 0,5b \quad (1.8)$$

$$e = f', F_H = 30 \text{ мм}^2$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot F_1}{\text{tg } \alpha}} \quad (1.9)$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{\text{tg } 45}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{1}} = 7,7 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину выпуклости наплавленного валика из схемы приведения к стандартному расчёту по формуле .

$$F_H = 0,73 \cdot e \cdot q$$

$$q = \frac{F_H}{0,73 \cdot e} \quad (1.10)$$

$$q = \frac{30}{0,73 \cdot 7,7} = 5,3 \text{ мм}$$

$$h_p = 10 - 0,5 \cdot 9,5 = 9,5 \text{ мм}$$

3) Рассчитаем сварочный ток по формуле  $I_{CB}$ , А:

$$I_{CB} = \frac{h_p}{K_h} \cdot 100 \quad (1.11)$$

									Лис
									30
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

$$I_{CB} = \frac{9,5}{2,1} \cdot 100 = 410 \text{ A}$$

$K_h$ –коэффициент пропорциональности

$$K_h = 2,1$$

4) Расчёт значения плотности тока по формуле (12)  $j, \text{ A}/\text{мм}^2$ :

$$j = \frac{4 \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d_{ЭП}^2} \quad (1.12)$$

$$j = \frac{4 \cdot 410}{3,14 \cdot 1,2^2} = \frac{1808}{4,52} = 400 \text{ A}/\text{мм}^2$$

5) Определим вылет электродной проволоки по формуле, мм:

$$l_{ЭП} = 10 \cdot d_{ЭП} \pm 2 \cdot d_{ЭП} \quad (1.13)$$

$$l_{ЭП} = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2$$

$$l_{ЭП} = 12 \pm 2,4 \text{ мм}$$

6) Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле  $\alpha_p, \text{ }^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч})$ :

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{CB} \cdot d^{(-1,505)} \quad (1.14)$$

$$\begin{aligned} \alpha_p &= 6,8 + 0,0702 \cdot 410 \cdot 1,2^{(-1,505)} = 6,8 + 0,0702 \cdot 410 \cdot 0,4929 \\ &= 22,43 \text{ }^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч}) \end{aligned}$$

7) Рассчитаем коэффициент наплавки по формуле  $\alpha_n, \text{ }^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч})$ :

Для сварки в смеси газов К-18 ( $\varphi_{П}$ ) коэффициент потерь на угар и разбрызгивание принимаем 3,8%.

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \varphi_{П}) \quad (1.15)$$

$$\alpha_n = 22,43 \cdot (1 - 0,038) = 22,43 \cdot 0,962 = 21,58 \text{ }^\circ/(\text{A} \cdot \text{ч})$$

									Лис
									31
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

8) Рассчитаем скорость сварки по формуле  $V_{CB}$ , см/с:

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{3600 \cdot \rho \cdot F_1}, \quad (1.16)$$

$$V_{CB} = \frac{21,58 \cdot 410}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,3} = \frac{9754,16}{8424} = 1,16 \text{ см/с} = 41,76 \text{ м/ч}$$

$\alpha_H$  – коэффициент наплавки, г/А·ч;

$\rho$  – плотность основного металла,  $\rho=7,8$  г/см<sup>3</sup>

9) Расчёт напряжения на сварочной дуге по формуле  $U_d$ , В:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{CB} \quad (1.17)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 410 = 34,5 \text{ В}$$

Принимаем:  $U_d=35$  В.

10) Рассчитаем погонную энергию по формуле (18)  $q_{п}$ , Дж/см:

$$q_{п} = \frac{I_{CB} \cdot U_d \cdot \eta_{\varepsilon}}{V_{CB}}, \quad (1.18)$$

$$q_{п} = \frac{410 \cdot 35 \cdot 0,7}{1,16} = \frac{11390,4}{1,16} = 9819 \text{ Дж/см}$$

$\eta_{\varepsilon}$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$\eta_{\varepsilon}=0,70$ ;

11) Найдём коэффициент формы проплавления по формуле  $\varphi_{пр}$ :

$$\varphi_{пр} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{CB}) \cdot \frac{d_{\text{эп}} \cdot U_d}{I_{CB}}, \quad (1.19)$$

									Лис
									32
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 410) \cdot \frac{1,6 \cdot 35}{410} = 0,92 \cdot 14,48 \cdot 0,127 = 1,69$$

$K'$  - коэффициент, при плотностях тока  $j > 120 \text{ А/мм}^2$  и сварке на постоянном токе обратной полярности равный  $K' = 0,92$ .

Проверим глубину проплавления  $h$ :

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\varphi_{\text{пр}}}} \quad (1.20)$$

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{9819}{1,69}} = 0,61 \text{ см} = 6,1 \text{ мм}$$

12) Скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{эл}}^{(+)}$  марки Св-08Г2С при сварке на обратной полярности и вылете  $l_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{эл}}$ , находится по формуле (21), мм/с:

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{эл}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_{\text{св}}^2}{d_{\text{эл}}^3} \quad (1.21)$$

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{410}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{410^2}{1,2^3} = 461,4 \text{ М/ч}$$

13) Расход защитного газа по формуле (22)  $q_{\text{з.г.}}$ , л/мин:

$$q_{\text{з.г.}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/с}; \quad (1.22)$$

$$\text{или } q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/мин}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,0033 \cdot 410^{0,75} = 0,0033 \cdot 98,02 = 0,32 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot 98,02 = 19,6 \text{ л/мин}$$

Для первого прохода расчет проведем аналогично. Результатирующие данные сведем в таблицу 10.

									Лис
									33
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Полученные данные сводим в таблицу 10

Таблица 10– Режимы для автоматической сварки в смеси защитных газов Коргон-18

Кол-во проходов	$F_n, \text{мм}^2$	$d_{\text{э.п.}}, \text{мм.}$	$V_{\text{св}}, \text{м/ч}$	$V_{\text{э.п.}}, \text{м/ч}$	$I_{\text{св}}, \text{А}$	$U_{\text{д}}, \text{В}$	$l_{\text{э.п.}}, \text{мм}$	$q_{\text{з.г.}}, \text{л/мин}$
Первый	12	1,2	34,5	345	260	27	$12 \pm 3,2$	11,2
Второй	30	1,2	41,76	461,4	410	35	$12 \pm 3,2$	19,6

#### Расчет параметров для полуавтоматической сварки

При полуавтоматической сварке в смеси Коргон 18 обычно применяют постоянный ток обратной полярности, так как сварка током прямой полярности приводит к неустойчивому горению дуги.

С увеличением силы сварочного тока увеличивается глубина провара и повышается производительность процесса сварки. Чем длиннее дуга, тем больше напряжение. Чем короче дуга, тем стабильней процесс сварки, меньше разбрызгивание и выше качество шва. С увеличением напряжения дуги увеличивается ширина шва и уменьшается глубина его провара. Скорость подачи электродной проволоки подбирают так, чтобы обеспечивалось устойчивое горение дуги при выбранном напряжении. С увеличением вылета электрода из токоподводящего мундштука ухудшается устойчивость горения дуги и формирование шва, а также увеличивается разбрызгивание.

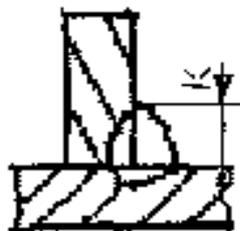


Рисунок 5-Эскиз шва

#### Расчет параметров полуавтоматической сварки

Расчет катета шва:

									Лис
									34
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

$$K=1.2 \times S, \text{ мм}$$

где S-толщина металла

$$K=1.2 \times 10=12 \text{ мм}$$

Принимаем  $K=12$  мм

Определим глубину проплавления  $h_p$

$$h_p=(0.7 \dots 1.1)K, \text{ мм} \quad (1.23)$$

$h_p=8.4 \dots 13.2$  мм принимаем  $h_p=8.5$  мм

Определим диаметр электродной проволоки

$$d_{\text{э}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0.05 \times h_p = 1 \pm 0.5 \text{ мм} \quad (1.24)$$

Принимаем  $d_{\text{э}}=1.2$  мм

Определим площадь поперечного сечения наплавляемого металла

Общая площадь состоит из площади треугольника  $F_1$  и площади части сферы  $F_2$

$$F_{\text{н}}=F_1+F_2=(3.6 \times 3.6)/2+0.73 \times 1 \times h=84.5+0.73 \times 5 \times 1=10.3 \text{ мм}^2$$

Расчет сварочного тока

$$I_{\text{с}}=\pi \times d_{\text{э}}^2/4 \times j, \text{ А} \quad (1.25)$$

Где  $j$ -допускаемая плотность тока  $j=60$  А/мм<sup>2</sup>

$$I_{\text{с}}=(3.14 \times 1.2/4) \times 60=195 \text{ А}$$

Принимаем  $I_{\text{с}}=200$  А

Напряжение на сварочной дуге, В:

$$U_{\text{с}} = 20 + \frac{50 \times 10^{-3}}{d^{0.5}} \times I_{\text{с}} + 1 = 20 + \frac{0.05}{1.09} \times 200 + 1 = 24 \text{ В}$$

									Лис
									35
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Определим скорость подачи сварочной проволоки

$$V_{СП} = \frac{\alpha_p \times 4 \times I_c}{\pi \times d^2 \times \gamma}, \text{ м/ч} \quad (1.26)$$

Где  $\gamma$ -плотность металла шва, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\gamma=7.8$  г/см<sup>3</sup>)

$\alpha_p$  – коэффициент расплавления

$$\alpha_p = 3 + 0.08 \times I_c / d = 3 + 0.08 \times 200 / 1.2 = 8.2 \text{ г/А х ч}$$

Тогда  $V_{СП} = 8.2 \times 4 \times 200 / (3.14 \times 0.012 \times 7.8) = 8.7 \text{ м/ч}$

Определим скорость сварки

$$V_{СВ} = \frac{\alpha_n \times I_c}{3600 \times \gamma \times F_H}, \text{ м/ч} \quad (1.27)$$

Где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавления

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(1 - \psi_n)}{100} \quad (1.28)$$

Где  $\psi$ -коэффициент потерь, %

$$\psi = -4.72 + 17.6 \times 10^{-2} \times j - 4.48 \times 10^{-4} \times j^2 = 4\%$$

$$\alpha_n = 7.5 \cdot (1 - 4) = 22.5$$

$$V_{СВ} = \frac{22.5 \times 200}{3600 \times 7.8 \times 10.3} = 5 \text{ м/ч}$$

Расчет вылета электродной проволоки

									Лис
									36
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

$$l_B = 10x_d + 2x_d = 12 \text{ мм}$$

Расход защитного газа по формуле  $q_{з.г.}, \text{ л/мин}$ :

$$\text{или } q_{з.г.} = 0,2 \cdot I_{св}^{0,75}, \text{ л/мин}$$

$$q_{з.г.} = 0,0033 \cdot 65^{0,75} = 0,17 \text{ л/с}$$

Таблица 8-Режимы полуавтоматической сварки

d, мм	I <sub>св</sub> , А	U, В	V <sub>св</sub> , м/ч	V <sub>сп</sub> , м/ч
1.2	200	24	5	8.7

### 1.7 Выбор и обоснование основного сварочного оборудования

Таблица 11- Технические характеристики сварочного автомата А-1416

Показатель	А 1416 (500А)
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток (при ПВ=100%), А	1250
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60 - 500
Количество электродов, шт.	1
Диаметр проволоки сплошной	1,2-2
порошковой	-
Диапазоны регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч:	fluent/плавное
1 диапазон	17-553
привод	Электромеханический
ход, мм	500
скорость, м/ч	29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: привод / ход, мм	от руки / ±70

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		37

## 1.8 Выбор и обоснование сборочного оборудования, его компоновка

### Разделка кромок

Разделка кромок выполняется на кромкострогательных, продольно - строгательных, поперечно - строгательных станках. Кромки обрабатывают при необходимости получения точных размеров деталей по длине, ширине, а так же для точного провара шва.

После сварки данного изделия производим зачистку сварного шва от шлаковой пленки. Сварные швы зачищаем заподлицо электрошлифовальной машиной BOSCH (рисунок 6).



Рисунок 6 – Электрошлифовальная машинка BOSCH

Технические характеристики электрошлифовальной машинки BOSCH представлены в таблице 12

Таблица 12 – Техническая характеристика электрошлифовальной машины BOSCH

Параметр	Значение
Мощность	250 Вт
Питание от сети	250 Вт
Диаметр шлифовального круга	125 мм
Число оборотов	7,500- 12000 об/мин
Частота колебаний	15000-24000 к/мин
Амплитуда колебаний	1,25 мм
Диапазон колебаний	2,5 мм

На механические и физико-химические свойства металла шва весьма существенное влияние оказывает его химический состав. Поэтому для получения свойств удовлетворяющим требованиям надежности конструкции весьма важным является правильный выбор сварочных материалов. При выборе сварочных материалов следует исходить из необходимости получения плотных беспористых швов, обеспечивающих высокую технологическую и эксплуатационную прочность сварных соединений.

Сварочные материалы должны удовлетворять следующим требованиям:

- должны соответствовать требованиям стандартов, технических условий и паспортов и иметь сертификаты.
- электроды и флюс перед использованием должны быть прокалены.
- сварочные проволоки и электроды должны иметь химический состав близкий к составу основного металла, иметь низкое содержание С, S, Р..
- флюс должен соответствовать следующим требованиям:
- обеспечивать формирование поверхности сварного шва без надрезов и наплывов;
- не вытекать в зазоры между ползунами и свариваемыми кромками при заданной точности сборки свариваемых изделий;
- иметь высокую температуру кипения.

Для резки мелких деталей, вырезки полок используем аппарат воздушно-плазменной резки «СВАРОГ» серии CUT70 произведенный на базе современной инверторной технологии. Благодаря использованию транзисторов MOSFET и применению принципа широтно-импульсной модуляции оборудование отвечает всем современным требованиям и нормам.

Для заготовок уголка используются ножницы для резки уголков Модель GF33.

									Лис
									39
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Таблица 13- Техническая характеристика ножниц GF33.

Технические характеристики	GF 33
Наибольший размер уголка, мм	150x22
Число ходов ножа в минуту, ход/мин	30
Высота хода, мм	50
Мощность электродвигателя, кВт	7
Длина станка, мм	2200
Ширина станка, мм	1450
Высота станка над уровнем пола, мм	2300
Вес станка, т	4,6

Сварка является очень сложным процессом, т.к. сварщику приходится производить процесс сварки в различных пространственных положениях. При сварке таких швов нет возможности использовать автоматическую сварку, и именно в этих швах возникает больше всего дефектов.

Для заготовок уголка используются ножницы для резки уголков Модель GF33.

Таблица 14- Техническая характеристика ножниц GF33.

Технические характеристики	GF 33
Наибольший размер уголка, мм	150x22
Число ходов ножа в минуту, ход/мин	30
Высота хода, мм	50
Мощность электродвигателя, кВт	7
Длина станка, мм	2200
Ширина станка, мм	1450
Высота станка над уровнем пола, мм	2300
Вес станка, т	4,6

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						40
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

Сборка стыковых соединений ведется из предварительно выправленных и зачищенных деталей. Точность деталей, их чистота и качество сборки оказывают существенное влияние на экономичность и несущую способность конструкции. Непосредственно перед сборкой металл вдоль свариваемых кромок на расстоянии 30 – 40 мм от разделки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги, рыхлого слоя, окалина, приводящих к образованию в металле шва пор и других дефектов. Особо тщательно следует зачищать торцы элементов.

### 1.9 Контроль качества сварных соединений

Принимаем ультразвуковой контроль.

Этот метод основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами. При помощи ультразвука можно обнаружить трещины, раковины, расслоения в листах, непровары, шлаковые включения, поры. Ультразвук представляет собой упругие колебания материальной среды с частотой колебания выше 20 кГц, т. е. выше верхней границы слухового восприятия. Существует несколько способов получения ультразвуковых колебаний. Наиболее распространенным является способ, основанный на пьезоэлектрическом эффекте некоторых кристаллов (кварца, сегнетовой соли) или искусственных материалов (титаната бария). Этот эффект заключается в том, что если противоположные грани пластинки, вырезанной из кристалла, например, кварца, заряжать разноименными зарядами электричества, то она будет деформироваться в такт изменения знаков зарядов. Изменяя знаки электрических зарядов с частотой выше 20 тыс. колебаний в секунду, получают механические колебания пьезоэлектрической пластинки той же частоты, передающейся в виде ультразвука. Работа ультразвуковых дефектоскопов — приборов для выявления дефектов в изделиях, в том числе и в сварных швах — основана на пьезоэлектрическом эффекте. Для проверки

						ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис 41
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата			

качества сварного шва дефектоскоп подключают к сети переменного тока. Рядом со сварным швом устанавливают пьезоэлектрический щуп с пластинкой из титаната бария. Автоматического изменения знаков зарядов на поверхности пластинки достигают при помощи лампового генератора. Если от этого генератора сообщить пластинке импульс электрических колебаний, то пластинка пошлет в шов короткий ультразвуковой импульс такой же частоты. Первоначальный электрический импульс после его усиления в усилителе будет зарегистрирован на экране катодной трубки в виде пика светящегося луча. Попав в бездефектный шов, пучок ультразвука достигает противоположной стороны сварного соединения и, отразившись от него, снова попадает на пластинку. К этому моменту пластинка уже прекратит испускать ультразвук из-за кратковременности электрического импульса. Вместо источника ультразвуковых колебаний она становится их приемником. Ультразвуковые колебания, отразившиеся от дна изделия и попавшие на пластинку, преобразуются в механические, а затем и в электрические колебания. Последние после усиления попадают на катодную трубку осциллографа. На его экране появится донный сигнал в виде пика. Если же в шве имеется какой-либо дефект, например трещина, то часть пучка ультразвука отразится от нее, а другая часть отразится от противоположной стороны сварного соединения. В этом случае на экране будут видны уже три пика. По среднему пику устанавливают, что в шве залегает какой-то дефект. Расстояние между пиками позволяет определить, на какой глубине находится дефект.

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						42
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		



Рисунок 12-Дефектоскоп ультразвуковой А1214 EXPERT

### 1.10 Технологический процесс сборки и сварки металлоконструкции

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Очистка	Очистить поверхность металла от средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев, грата и шлака.	Дробеструйная камера. Ручные пневматические и электрические машины
2	Разметка	Разметить листы под резку в размеры согласно чертежу.	Рулетка, маркер, штангенциркуль.
3	Резка	Выполнить резку листов в в размеры согласно чертежу	Ножницы GF 33.
4	Разделка кромок	Выполнить срезку кромок в размеры согласно чертежу	Ручные неавтоматические и электрические машины
5	Сборка	Собрать в сборочном приспособлении подготовленные детали, выполнить прихватки	Сборочное приспособление, рулетка, ПДГ-504; ВДУ-506 Проволока Св-08Г2С d=1,2 мм; защитный газ Corgon 18; расход газа 15 л/мин $I_{св} = 200 \pm 5A$ $U_{св} = 25 \pm 1 В$ Длина прихватки 20 мм Расстояние между прихватками 200 мм
	Зачистка	Зачистить прихватки	Ручные пневматические и электрические машины

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис 43
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

Окончание таблицы 1,10				
1	2	3	4	
7	Загрузка	Установить корпус на манипулятор сварочной установки	Кран-балка	
8	Сварка	Выполнить сварку корпуса.	А-1416 ВДУ-1250 Смесь газов Corgon 18 расход газа $q_3=15$ л/мин Проволока Св-08Г2С $d=1,2$ мм Первый проход $I=260\pm 5$ А $U_d=27\pm 1$ В $V_{св}=35$ м/ч Второй проход $I=410\pm 5$ А $U=35\pm 1$ В $V_{св}=40$ м/ч	
9	Зачистка	Зачистить сварные швы от брызг	Ручные пневматические и электрические машины	
10	Разделка кромок	Выполнить срезку кромок корпуса	Ручные пневматические и электрические машины	
11	Сборка	Собрать в сборочном приспособлении корпус и днища	Сборочное приспособление, рулетка, ПДГ-504; ВДУ-506 Проволока Св-08Г2С $d=1,2$ мм; защитный газ Corgon 18; расход газа 15 л/мин $I_{св} = 200 \pm 5$ А $U_{св} = 25 \pm 1$ В Длина прихватки 20 мм Расстояние между прихватками 200 мм	
12	Сварка	Выполнить приварку днища к корпусу	А-1416 ВДУ-1250 $V_{св}=40$ м/ч Режимы сварки см.п.8	
13	Контроль	Визуальный контроль  УЗК	Линейка штангенциркуль, универсальный шаблон Дефектоскоп А1214	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
ДП 44.03.04. 611 ПЗ				Лист 44

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки «Корпуса контейнера для хранения урана». В процессе разработки предложено заменить механизированную сварку на автоматическую в среде защитных газов. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» не ниже 4-го уровня. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением». В связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести переподготовку в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

### 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,

									Лис
									45
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

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 частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов. В таблице 16 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 16 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая действия	Проверка работоспособности, исправности и настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.	Задание конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования. Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.

Продолжение таблицы 16

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). Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных соединений</p>	<p>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.</p>
Необходимые умения:	<p>Проверять работоспособность, исправность и настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Пользоваться конструкторской, производственной-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой). Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности.</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку. Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов. Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае</p>

Продолжение таблицы 16

1	2	3															
	<p>Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением.</p>	<p>отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования и ли при неудовлетворительном качестве сварного соединения. Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</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. Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавки) плавлением. Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций. Техника и технология частично механизированной сварки</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, 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 плавлением. Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью</p>															
																	Лис
ДП 44.03.04. 611 ПЗ																	48
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата													

Продолжение таблицы 16

	<p>(наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к сборке конструкции под сварку. Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Требования к качеству сварных соединений. Виды и методы контроля. Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов</p>				
<p>Другие характеристики:</p>	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной технологической функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка лугвая порошковой самозащитной проволокой; сварка дугвая пол флюсом сплошной проволокой: сварка лугвая пол флюсом порошковой проволокой; сварка лугвая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка лугвая под флюсом порошковой проволокой; сварка дугвая пол флюсом порошковым электродом: сварка лугвая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дугвая</p>	<p>Область распространения в соответствии с данной технологической функцией: сварка дугвая пол флюсом сплошной проволокой: сварка лугвая пол флюсом ленточным электродом; сварка лугвая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка лугвая под флюсом порошковой проволокой; сварка дугвая пол флюсом порошковым ленточным электродом: сварка лугвая сплошной проволокой в инертном газе (MIG-сварка); сварка дугвая</p>				
<p>Изм.</p>	<p>Лист</p>	<p>№ докум.</p>	<p>Подпис</p>	<p>Дата</p>	<p>ДП 44.03.04. 611 ПЗ</p>	<p>Лист 49</p>

Окончание таблицы 16

	<p>с флюсовым наполнителем в инертном газе: сварка луговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка луговая сплошной проволокой в активном газе: сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе: сварка луговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	<p>сплошной проволокой в активном газе (MAG-сварка); сварка луговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) (TIG-сварка): сварка луговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка луговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе (TAG-сварка), сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIGсварка); сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом; сварка плазменная дугой прямого действия; сварка плазменная дугой косвенного действия; сварка плазменная с переключаемой дугой.</p>
--	--	---

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

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

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						50
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

следующее: Должен знать: электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали; механические свойства наплавленного металла; технологическую последовательность наложения швов и режим сварки; виды дефектов в сварных швах, причины их возникновения и методы устранения; способы контроля и испытания ответственных сварных швов.

После проведения сравнительного анализа профессиональных стандартов по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» должен знать:

– оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;

– устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;

– основы электротехники в пределах выполняемых работ;

– марки и типы сварочных материалов;

– способы испытания сварных швов;

– виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;

– влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,

– механические свойства свариваемых металлов.

уметь выполнять следующие виды работ:

– автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;

– производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;

									Лис
									51
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

## 2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

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. 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. Исходя из сравнительного анализа профессиональных стандартов и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 17

Таблица 17- Учебный план переподготовки рабочих по профессии

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего				
<b>1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>						
1.1	Основы экономики отрасли	2				
1.2	Материаловедение	3				
1.3	Основы электротехника	3				
1.4	Чтение чертежей	3				
1.5	Спецтехнология	33				
<b>2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>						
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	34				
2.2	Работа на предприятии	62				
	Консультации	4				
	Квалификационный экзамен	8				
	<b>ИТОГО</b>	<b>152</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лист
						52



## 2.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы сварочного автомата А-1416 для сварки в среде защитных газов»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата А-1416.

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.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакат: «Сварочная головка А-1416»

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;  
Сообщение темы и цели занятия;  
Актуализация опорных знаний.
3. Изложение нового материала
4. Первичное закрепление.

Таблица 18-План- конспект урока

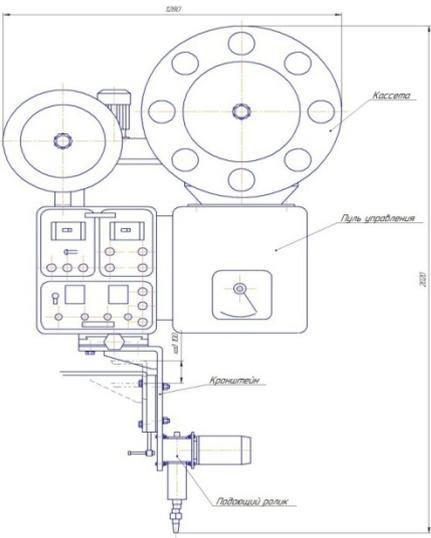
Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.

									Лис
									54
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ				

Продолжение таблицы 18

1	2	3
<p>Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты</p>	<p>Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов» Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочных автоматов для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата для сварки в среде защитных газов»</p>	<p>Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.</p>
<p>Актуализация опорных знаний 10 минут</p>	<p>Для того чтобы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.</p>	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.</p>
<p>Изложение нового материала 25 минут</p>	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: – Назначение сварочного автомата; – Основные узлы и механизмы автомата; – Комплектование сварочного поста. По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам. В настоящее время широко применяется</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы,</p>

Продолжение таблицы 18

1	2	3
	<p>механизированная сварка.</p> <p>Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p> <p><i>Сварочная головка А-1416.</i> Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей. Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; под слоем флюса сплошной проволокой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу). Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.</p> 	<p>записываем основные моменты.</p> <p>Давайте разберем подробно устройство сварочной головки.</p> <p>Показываю плакат с общим видом.</p> <p>Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части.</p>



Считаю, 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. 611 ПЗ	Лис
						58
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы был проанализирован базовый вариант изготовления Корпуса контейнера для хранения урана, выявлены его минусы. Были рассмотрены другие способы сварки и выбран один, по которому и разрабатывался в дальнейшем дипломный проект. Сделаны расчеты режимов сварки.

В дипломном проекте произведен и разработана программа переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						59
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
- 2 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А. С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М. Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.
- 3 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.
- 4 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах / Т.1 Н.П. Алешин - М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 428 с.
- 5 Милютин, В. С. Источники питания для сварки. / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М.Шанчуров - М.: Айрис - пресс, 2007. - 384 с.
- 6 Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х Т.1 / Редкол. Г.А. Николаев (пред.) и др. Под ред. Н.А. Ольшанского.- М.: Машиностроение, 1978. - 504 с.
- 7 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. / Г.Г. Чернышов, - М.: Издательский центр Академия, 2006. – 448 с.
- 8 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. / Походня, И.К., Явдошин И.Р., Пальцевич А.П., Котельчук А.С. Под редакцией Походни И.К. - Киев: Наукова думка 2004. - 442 с.
- 9 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций / С.А. Куркин. - М.: Машиностроение, 1989г. – 256 с.
- 10 Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я.Батышев [и др.]. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. – 512 с.

										Лис
										60
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата	ДП 44.03.04. 611 ПЗ					

- 11 Беспалько, В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. - М.: 1995. – 336 с.
- 12 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб.для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003. – 304с.
- 13 Алексеенко, Н.А. Экономика промышленного предприятия: учеб. пособие / Н.А. Алексеенко, И.Н. Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011.- 264 с.
- 14 Волков, О.И. Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Скляренко. 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 264 с.
- 15 Скакун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992.
- 16 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., ил.
- 17 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011 - Москва. ред. 2011. – 19с.
- 18 Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон.дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус, англ.
- 19 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
- 20 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с
- 21.Материаловедение: Учебник. Под. ред. Б.Н. Арзамасова. - М., Машиностроение, 1986.

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис 61
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

22.Марочник сталей и сплавов: Справочник. Под. ред. А.С. Зубченко. – М., Машиностроение, 2003.

23.Тихомиров В.А. Электрооборудование сварочного производства. Курс лекций. – Нижний Новгород, 1999.

24Справочник газосварщика и газорезчика/ Н.И. Никифоров, С.П. Нешумова, И.А. Антонов. – М.: Высшая школа; Издательский центр «Академия», 1999.

25 Теория сварочных процессов: Учебник для вузов. Под. ред. В.М. Неровного. – М., Издательство МГТУ им. Н.Э Баумана, 2007.

26 Сварка в машиностроении: Справочник. Под ред. А.И. Акулова. В 4-х томах. – М., Машиностроение, 1978.

27.Н.И. Каховский, В.Г. Фартушный, К.А. Ющенко. Электродуговая сварка сталей: Справочник. – Киев: Наукова думка, 1975.

28.Кислородная и плазменная резка, напыление металлов, газорегулирование. Под. ред. Н.С. Степанченко. – М., Машиностроение, 1967.

29 С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас. - М., Машиностроение, 1989.

30 Сварка. Резка. Контроль: Справочник. Под. ред. Н.П. Алешина и Г. Г. Чернышева. В 2-х томах. – М., Машиностроение, 2004.

31 Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности. Под. ред. Б.Е. Патона. - М., Машиностроение, 1996.

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						62
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		

					ДП 44.03.04. 611 ПЗ	Лис
						63
Изм.	Лис	№ докум.	Подпис	Дата		