

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ  
СВАРКИ СИЛОВОГО КОЖУХА**

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: 126

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 и подбор оборудования для сварки силового кожуха

Исполнитель:

студент группы ЗСМ-405с

Е.А. Ермоленко

Руководитель:

доц., канд. техн. наук

Д. Х. Билалов

Нормоконтролер:

доц., канд. техн. наук

Л. Т. Плаксина

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

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект представлен пояснительной запиской на 87 листах, графической частью на 7 листах чертежей и плакатов, 11 таблицей, 18 рисунками, 30 литературными источниками.

Ключевые слова: СИЛОВОЙ КОЖУХ, СТ-ЗСП, СМЕСЬ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ CORGON 18, СВАРОЧНАЯ ГОЛОВКА СГПГ, СВАРОЧНАЯ КОЛОННА КСА 1,0X1,0, РЕЖИМ СВАРКИ, УЧЕБНЫЙ ПЛАН, ПЛАН-КОНСПЕКТ.

Ермоленко Е.А. Разработка технологии и подбор оборудования для сварки силового кожуха: выпускная квалификационная работа / Е.А. Ермоленко; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. ИММ. – Екатеринбург, 2018. – 70 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии и подбор оборудования для сварки силового кожуха».

2. Цели работы:

- разработать технологию для автоматизированной сварки продольного и кольцевых швов силового кожуха;

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

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

4. Результаты данной работы могут быть использованы при организации процесса производства силового кожуха на предприятии

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Ермоленко			Разработка технологии и подбор оборудования для сварки силового кожуха	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Билалов Д. Х.					4	1
Реценз.								
Н. Контр.		Плаксина Л. Т.						
Утверд.		Гузанов Б. Н.						
						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО Каф. ИММ, гр. ЗСМ-405с		

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Технологический раздел	9
1.1 Описание конструкции	9
1.2 Характеристика материала изделия	11
1.3 Свариваемость стали	12
1.4 Выбор способа сварки	14
1.5 Выбор сварочных материалов	20
1.6 Расчет режимов сварки	22
1.7 Выбор оборудования для изготовления изделия	36
1.8 Контроль качества	45
2 Методический раздел	51
2.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов	52
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»	59
2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	60
2.4 Разработка плана-конспекта урока	61
Заключение	66
Список использованных источников	67
Приложение А. Спецификация	72

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## ВВЕДЕНИЕ

Области применения сварки непрерывно расширяются. Сварка стала ведущим технологическим процессом при изготовлении и ремонте металлических конструкций и изделий в промышленности, строительстве, транспорте, сельском хозяйстве и т.д.

Высокая работоспособность сварных конструкций во многих случаях зависит от механических свойств сварных соединений. Свойства сварных соединений отличаются от свойств основного металла, так как они формируются под влиянием различных факторов. Сварные конструкции получили широкое распространение в машино- и судостроении, при строительстве зданий и сооружений в силу их преимуществ перед конструкциями, полученными с применением клепки и болтовых соединений. По сравнению с болтовыми и клепаными соединениями, сварные конструкции обладают меньшей металлоемкостью при сохранении требуемых эксплуатационных качеств, позволяют применять передовые высокопроизводительные способы производства и более полно использовать свойства материалов. Автоматизация и механизация процесса и производства показывает качество, надежность и безопасность продукции (конструкций, изделий) где основную функцию в соединении материалов и составных частей несут сварка.

При производстве машин различного назначения часто встречающейся конструкцией является силовой кожух, несущий силовые нагрузки (давление, вес, усилия от внешних воздействий, вибрация и т.п.), испытывающий абразивный или коррозионный износ. Цилиндрическая обечайка с двумя фланцами изготовленная из углеродистой стали - распространенный вид силового кожуха производимого в АО «Уралтрансмаш».

Производство рассматриваемого силового кожуха осуществляется с помощью ручной дуговой и полуавтоматической сварки. В силу универсальности конструкции актуально замена указанных способов на автоматическую

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

сварку, что позволит повысить производительность при одновременном снижении трудоемкости процесса изготовления, повлечет за собой уменьшение негативного воздействия производства на окружающую среду и улучшение условий труда рабочих.

*Объектом* разработки является технология изготовления металлоконструкции.

*Предметом* разработки является процесс сборки и сварки кожуха.

*Целью* дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления цилиндрического силового кожуха с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления кожуха;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки цилиндрических кожухов;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления цилиндрических силовых кожухов, включающий автоматическую сварку в среде защитных газов, а методическая часть будет посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию сварки силовых кожухов корпуса дешламатора.

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ 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.

					<i>ДП 44.03.04.126 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8



# 1 Технологический раздел

## 1.1 Описание конструкции

В качестве базовой конструкции в данной работе рассмотрим цилиндрический силовой кожух корпуса дешламатора, устройства, используемого для сгущения и разделения твердых частиц в жидкой среде (пульпе). В отличие от грохота, позволяющего просеивать твердые частицы и делить их в соответствии с их размерами, дешламатор классифицирует частицы не только по размеру, но и по их плотности (по их однородности). Процесс разделения твердых частиц происходит вследствие действия силы гравитации и центробежной силы внутри дешламатора. Параметры разделения частиц в жидком растворе зависят от класса размера частиц, от их формы, вязкости жидкости и, что самое важное, от относительной плотности и концентрации твердых частиц в жидком растворе.

Движение потока в дешламаторе, не считая области питающего патрубка, носит циркуляционный характер, и имеет круговую симметрию, описывающую корпус дешламатора. Наибольшее количество поступающей жидкости движется во внешнем винтовом потоке, описывая конус дешламатора до его нижней части, где затем начинает разбиваться на два потока, один из которых движется по внутренней спирали в противоположном направлении движению основной массы. В результате, часть нисходящего потока выходит через песковую насадку, в то время как большая часть меняет свое направление и, поднимаясь по внутреннему винтовому потоку вверх, выходит через сливной патрубок.

Движущиеся в пульпе твердые частицы под действием центробежной силы, ускоряясь, перемещаются к стенкам дешламатора. И чем больше масса частиц (размер или относительная плотность), тем больше эта сила. В ре-

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

зультате более тяжелые частицы направляются в пески, а более легкие, увлекаемые внутренним потоком, уходят в слив.

Дешламатор состоит из входной камеры, кожухов цилиндрических, кожухов конических, патрубка для сброса шлама и патрубка сливного для обогащенной пульпы. Материал деталей - углеродистая сталь обыкновенного качества Ст-3сп.

Камера входная состоит из обечайки со спиральным входом и крышки.

Кожух цилиндрический состоит из обечайки с фланцами для соединения с ответными деталями.

Кожух конический состоит из конуса с фланцами.

Патрубок песковый состоит из трубы с фланцами и предназначен для разгрузки сгущенной пульпы.

Патрубок сливной состоит из отвода с фланцами и предназначен для слива осветленной пульпы.

Детали корпуса крепятся болтами.

Внутренняя поверхность дешламатора защищена от износа наборной футеровкой из полиуретана. Наиболее нагруженные элементы футеровки, требующие повышенной износостойкости и жесткости, выполнены из полиуретана в композиции с корундовым зерном, которая армирована металлом.

Система футеровки разработана таким образом, чтобы исключить необходимость использования дополнительных средств ее крепления к корпусу дешламатора. Каждая деталь футеровки точно рассчитана под крепление в отведенной ей части корпуса дешламатора. Эти особенности позволяют заменить изношенные части без затрат времени обычно связанных с необходимостью крепления футеровки.

В конструкции предусмотрены сменные элементы для технологической настройки дешламатора: шламовые насадки и сливные вкладыши.

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

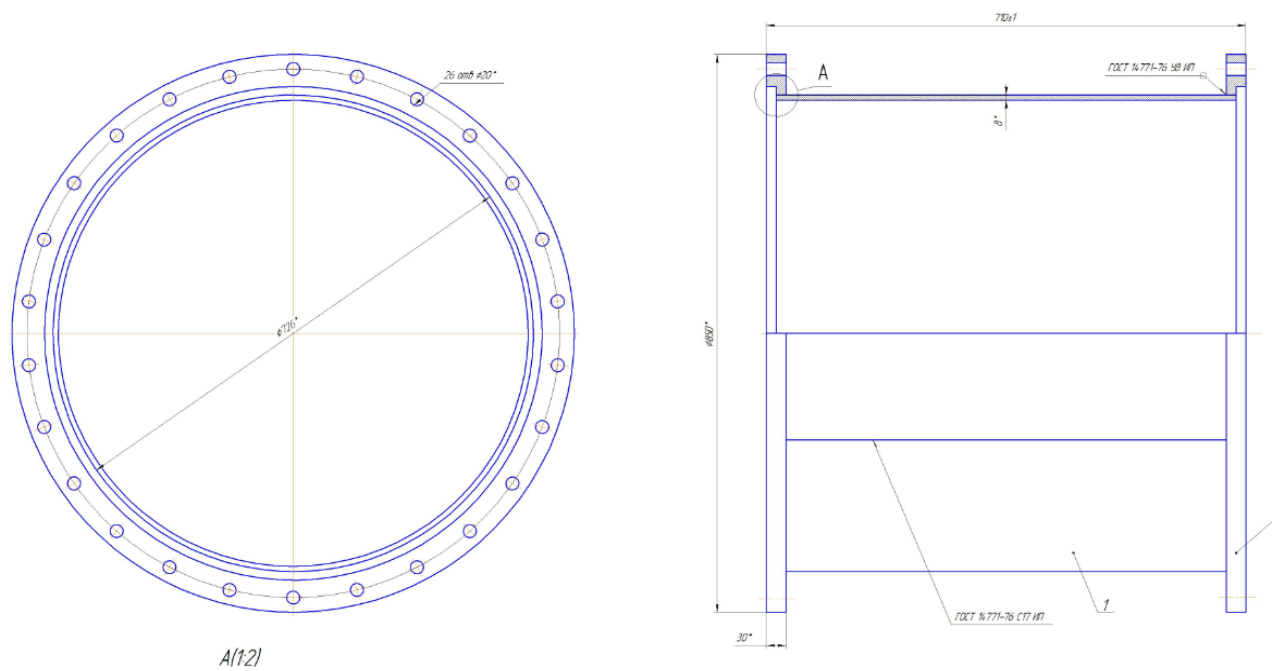


Рисунок 1.1 – Цилиндрический силовой кожух

## 1.2 Характеристика материала изделия

Кожух изготавливается из углеродистой стали обыкновенного качества СтЗсп

Таблица 1.1 – Технологические свойства материала СтЗсп [2]

Свариваемость	Без ограничений
Флокеночувствительность	Не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	Не склонна

Таблица 1.2 – Химический состав в % материала СтЗсп ГОСТ 380-2005 [29]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,14-0,22	0,15-0,3	0,4-0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Таблица 1.3 – Механические свойства при T=20°C материала СтЗсп [2]

Сортамент	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %
1	2	3	4
Трубы, ГОСТ 8696-74	372	245	23
Трубы, ГОСТ 10705-80	372	245	23
Прокат, ГОСТ 535-2005	370-490	205-255	23-26

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

ДП 44.03.04.126 ПЗ

Лист

11

Окончание таблицы 1.3

1	2	3	4
Лист, ГОСТ 14637-89	370-480	205-245	23-26
Арматура, ГОСТ 5781-82	373	235	25

$\sigma_b$  – 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>]

### 1.3 Свариваемость стали [4,7]

Свариваемость – это реакция свариваемых металлов и сплавов на процесс сварки. Она определяет технологическую сторону процесса и эксплуатационную пригодность изделия.

На свариваемость стали большое влияние оказывает ее химический состав.

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

Сера - вредная примесь, образующая легкоплавкие соединения с железом, которые располагаются по границам зерен, ослабляя связь между ними с возникновением трещин в горячем состоянии. Это явление вызывается крас-

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

ноломкостью металла. Поэтому во избежание трещин в сварном шве содержание серы в свариваемых сталях должно быть менее 0,045%.

Фосфор - тоже вредная примесь. В сталях он вызывает появление хрупких структур, особенно при отрицательных температурах. Этот процесс называется хладноломкостью. Содержание фосфора в свариваемых сталях и сварных швах должно быть менее 0,04%.

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

Кремний - несколько повышает прочность, упругость и твердость стали. При его содержании до 0,2...0,3%, свариваемость не ухудшается. При содержании более 0,8% условия сварки ухудшаются из-за высокой жидкотекучести стали и образования тугоплавких окислов кремния.

Хром - повышает прочность, упругость и твердость стали, но при сварке образует карбиды хрома, ухудшающие коррозионную стойкость шва и прилегающую к нему околосшовную зону. Он резко повышает твердость металла в этой зоне термического влияния и увеличивает вероятность возникновения трещин, способствует образованию тугоплавких окислов, затрудняющих процесс сварки. В подлежащих сварке безникелевых сталях содержание хрома не должно превышать 0,3%.

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

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

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

По свариваемости стали условно разделяют на 4 группы, которые характеризуются способностью металлов образовывать при сварке соединения с заданными свойствами – прочные, герметичные, без трещин.

Основными характеристиками свариваемости сталей является их склонность к образованию холодных и горячих трещин.

Склонность стали к образованию горячих трещин рассчитывается по показателю HCS, который рассчитывается по процентному содержанию основных компонентов.

$$HCS = \frac{C \cdot \left( S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} \quad (1.1)$$

$$HCS = \frac{0.22 \cdot \left( 0.05 + 0.04 + \frac{0.3}{25} + \frac{0.3}{100} \right) \cdot 10^3}{3 \cdot 0.65 + 0.3 + 0 + 0} = 1,02$$

Расчетное значение  $HCS = 1,02 < 4$  означает, что сталь не склонна к образованию горячих трещин.

Для оценки склонности металла к появлению холодных трещин чаще всего используется углеродный эквивалент, которым можно пользоваться как показателем, характеризующим свариваемость, при предварительной оценке последней. Для этой цели имеется ряд уравнений. Наиболее распространенным и приемлемым для сталей является следующая:

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{э}} = C + \frac{\text{Si}}{25} + \frac{\text{Mn}+\text{Cu}}{16} + \frac{\text{Cr}}{20} + \frac{\text{Ni}}{20} + \frac{\text{Mo}}{40} + \frac{\text{V}}{15} \quad (1.2)$$

$$C_{\text{э}} = 0,22 + \frac{0,3}{25} + \frac{0,65 + 0,3}{16} + \frac{0,3}{20} + \frac{0,3}{20} + \frac{0}{40} + \frac{0}{15} = 0,31\%$$

Расчетное значение  $C_{\text{экв}} = 0,31 < 0,45$ , это означает, что сталь не склонна к образованию холодных трещин.

#### 1.4 Выбор способа сварки [7,8]

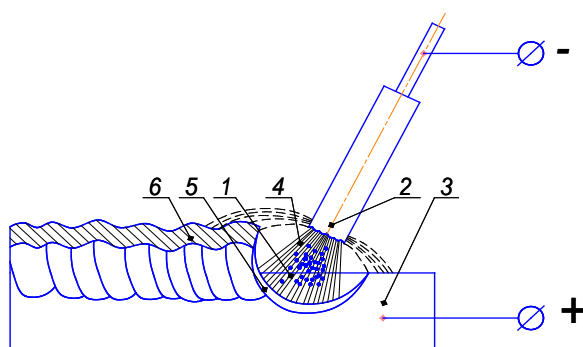
##### *Ручная дуговая сварка*

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами остается широко распространенным способом, применяемым на производстве при изготовлении сварных конструкций. Основные преимущества этого способа заключаются в простоте процесса, в недорогом и высококомобильном оборудовании применяемом при сварке, в возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях и в местах труднодоступных даже для механизированной (полуавтоматической) сварки.

Основными недостатками процесса ручной дуговой сварки являются низкая производительность и зависимость качества получаемых соединений от квалификации сварщика.

При ручной дуговой сварке для зажигания и поддержания горения дуги используется как постоянный так и переменный электрический ток, подводимый от источника сварочного тока. Схема процесса представлена на рисунке 1.2. Металлический стержень электрода 2, покрытие и металл свариваемых кромок расплавляются под действием тепла дуги. В сварочной ванне 5 основной и электродный металлы перемешиваются, образуя после кристаллизации сварной шов. Шлак, выполнивший металлургическую обработку сварочной ванны всплывает на ее поверхность и кристаллизуясь образует шлаковую корку 6.

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



1- Дуга, 2-электрод, 3-основной металл, 4-капли электродного металла,  
5-сварочная ванна, 6-шлаковая корка

Рисунок 1.2 – Ручная дуговая сварка покрытым электродом

Перечислим основные преимущества ручной дуговой сварки:

- позволяет выполнять сварку во всех пространственных положениях;
- позволяет производить сварку различных классов сталей благодаря широчайшей номенклатуре марок электродов;
- позволяет вести сварку в труднодоступных местах;
- оборудование для сварки выделяется простотой и мобильностью.

Перечислим основные недостатки:

- большой коэффициент потерь электродного металла по сравнению с другими дуговыми способами сварки из-за разбрызгивания и огарков;
- малая производительность в сравнении с другими способами сварки;
- зависимость качества сварных швов от практических умений и состояния сварщика;
- процесс отличается самыми вредными санитарными условиями.

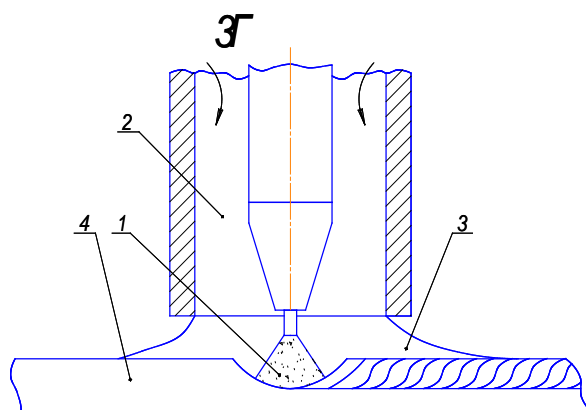
#### *Автоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах*

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. Этим способом можно соединять в различных пространственных положениях разнообразные металлы и сплавы толщиной от десятых долей миллиметров до десятков миллиметров.

При сварке в зону дуги 1 через сопло 2 непрерывно подается защитный газ 3, как показано на рисунке 1.3.

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.126 ПЗ					





1- Дуга, 2-Сопло, 3-Защитный газ, 4-Основной металл

Рисунок 1.3 – Сварка в среде защитных газов

За счет тепла дуги 1 расплавляется электродная проволока и основной металл 4, которые перемешиваются в сварочной ванне и кристаллизуются, образуя металл сварного шва. При сварке сталей в качестве защитных могут использоваться инертные (He, Ar) или активные газы (CO<sub>2</sub>, N, O<sub>2</sub>, H), а также из смеси.

- Ar + CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> - смесь применяется при сварке углеродистых и низколегированных сталей, стабилизирует горение дуги, благодаря чему уменьшает разбрызгивание и пористость сварного шва;

- Ar + O<sub>2</sub> – применяется в основном для сварки легированных сталей. Процесс характеризуется переходом от капельного в струйный перенос электродного металла при минимальных плотностях сварочного тока. Благодаря этому сокращаются потери на разбрызгивание, а производительность возрастает.

- Ar + CO<sub>2</sub> - смесь применяется для сварки различных сталей. Ее применение уменьшает вероятность образования пор в металле шва, способствует стабилизации горения дуги, уменьшению разбрызгивания, хорошему формообразованию сварного шва.

Свойства металла сварного шва и металла околошовной зоны определяются применяемой маркой сварочной проволоки, химическим составом и

свойствами свариваемого металла, а так же режимом сварки. Для надежной защиты зоны сварки максимальное расстояния от сопла до свариваемого металла не должно превышать 20 мм. При вылете электрода менее 12 мм быстро изнашивается токоподводящий мундштук и сопло горелки.

Перечислим достоинства этого способа сварки плавлением:

- возможно применение во всех пространственных положениях;
- наблюдение за процессом позволяет его регулировать и управлять формированием сварного шва;
- высокая производительность и большая эффективность, чем при ручной дуговой сварке.

К недостаткам способа следует отнести:

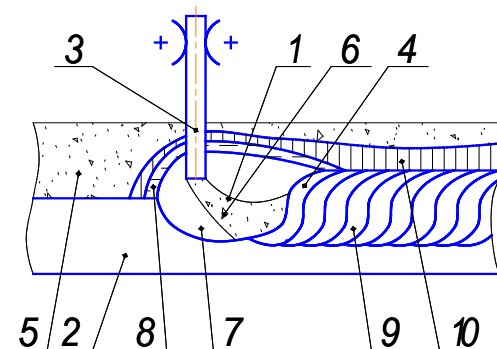
- мощная отрытая дуга требует организации защиты от светового излучения;
- возможность сдувания струи защитного газа и нарушения защиты движением воздуха;
- высокие потери электродного металла на угар и разбрызгивание при сварке в среде CO<sub>2</sub>.

#### *Автоматическая сварка под слоем флюса*

Особенностью данного способа сварки (рисунок 1.4) является то, что сварочная дуга горит под слоем флюса, а не на открытом воздухе.

Под действием тепла дуги 1 расплавляется основной металл 2, электродная проволока 3 и часть флюса 5, непосредственно прилегающая к зоне сварки. Электродная проволока подается в зону сварки со скоростью ее плавления и переходит в сварочную ванну 4 в виде капель 6. Расплавленный флюс образует плотную эластичную оболочку – газовый пузырь 7, созданный слоем жидкого флюса 8.

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



1-дуга, 2-основной металл, 3-электродная проволока, 4-сварочная ванна, 5-флюс, 6-капли электродного металла, 7-газонаполненная полость, 8-слой жидкого флюса, 9-сварной шов, 10-шлаковая корка

Рисунок 1.4 – Сварка под слоем флюса

Внутри газового пузыря создается избыточное давление паров, которое и удерживает жидкий флюс и оттесняет часть расплавленного металла в противоположенном направлении относительно направления сварки. После кристаллизации сварочной ванны образуется сварной шов 9, покрытый шлаковой коркой 10.

Высокая производительность при сварке под слоем флюса достигается за счет использования больших токов и высоких плотностей тока. Благодаря плотному слою флюса, окружающему зону сварки предотвращается выдувание жидкого металла из сварочной ванны. Это позволяет производить сварку металла без разделки кромок на высоких скоростях. Основное назначение флюса – защита сварочной ванны от вредного воздействия кислорода и азота атмосферы.

Для сварки низкоуглеродистых, низколегированных сталей в настоящее время применяют флюсы АН-17, АН-42, АН-348, ФЦ-9. Электродную проволоку выбирают по марке свариваемого металла.

Сварку под слоем флюса можно выполнять как на переменном так и на постоянном токе. При сварке на постоянном токе процесс обычно ведут на обратной полярности. Существенным недостатком сварки под слоем флюса является возможность ее выполнения только в нижнем положении, т.к. при

наклоне даже на 15° флюс сыпается, а так же стекает жидкий металл.

Сварка под слоем флюса получила широкое распространение благодаря высокой производительности процесса.

Достоинства способа:

- повышенная производительность;
- минимальные потери электродного металла (не более 2%);
- отсутствие брызг;
- максимально надёжная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- малые затраты на подготовку кадров.

Недостатки способа:

- трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

Вывод: для изготовления дешламатора СВП 710 целесообразней применить автоматическую сварку в среде защитных газов. По тому что сварка в среде защитных газов более производительна чем ручная дуговая сварка, а так же возможность сварки во всех пространственных положениях в отличии от автоматической сварки под слоем флюса.

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

## 1.5 Выбор сварочных материалов [6,14]

### *Защитный газ*

Многие виды электросварочных работ требуют применения защитных газов. Все они имеют свои достоинства и недостатки. Наиболее оптимальным для сварки в среде защитных газов является использование сварочных смесей на основе аргона с определенными добавками некоторых газовых компонентов – углекислоты, кислорода, водорода, гелия, азота и др. Как показывают исследования и многолетняя практика, применение правильно подобранных и качественно выполненных сварочных смесей существенно повышает качество и надежность сварных соединений. Благодаря использованию сварочных смесей повышается производительность сварочных работ, упрощаются вспомогательные и послесварочные операции (зачистка, устранение остаточных деформаций, подготовка к покраске и пр.), сокращается брак. Грамотное применение сварочных смесей приводит к снижению себестоимости производственных процессов и повышению конкурентоспособности продукции.

Смесь газов CORGON 18 (Ar 82%+CO<sub>2</sub> 18%) наиболее продуктивна при работе с углеродистыми и низколегированными сталями [14]. При сравнении эффективности данной комбинации с аналогичными показателями сварки на чистых газах обнаруживается, что этот сварочный состав облегчает струйный перенос вещества электрода. Кроме того, швы на готовом изделии, в отличие от сварки в чистой углекислоте, получаются более ровными и пластичными. При работе с указанной смесью газов заметно снижается возможность образования пор.

### *Сварочная проволока*

Для сварки сталей обыкновенного качества с содержанием углерода до 0,25 % в среде смесей на базе аргона с содержанием CO<sub>2</sub> в пределах 12-20 % рекомендуется использовать проволоку Св-08ГС. Указанная проволока ис-

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

пользуется для сварки низкоуглеродистых и низколегированных марок сталей, которые имеют широкое применение в машиностроительной отрасли, кораблестроении, а также в строительстве, при ремонте различных изделий из углеродистых сталей. Особенно востребованной является проволока с медным покрытием. Такое покрытие значительно увеличивает проводимость тока за счет уменьшения контактного сопротивления. Это дает возможность поддерживать равномерную дугу сварки и повышать качество сварного шва за счет отсутствия окисления. Повышенное содержание кремния позволяет нивелировать вредное влияние кислорода и угарного газа вносимых в зону сварки при диссоциации диоксида углерода. Легирование марганцем увеличивает прочность сварного шва, а пониженное содержание углерода обеспечивает хорошую пластичность металла сварного шва.

Проволока Св-08ГС отличается от других расходных продуктов сварки своими преимуществами:

- она обеспечивает устойчивость сварочной дуги и исключает возможность «залипания» электрода;
- может применяться в широком диапазоне сварочных режимов;
- хорошо подходит для работы с любым классом сварочных аппаратов;
- обеспечивает незначительное разбрызгивание расплава в газовой среде;
- позволяет экономно расходовать медные наконечники и производить повторное разжигание дуги;
- обеспечивает ровный качественный шов с хорошей кромочной провариваемостью соединяемых деталей, без присутствия пор и посторонних включений, а также с равномерным химическим составом.

При изготовлении проволоки Св-08ГС применяются высокие требования стандарта. Поэтому она отличается своими хорошими эксплуатационными качествами и может использоваться в широком диапазоне различных видов сварки. Однако, при выборе конкретной марки изделия нужно учитывать

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

совместимость проволоки с характеристиками свариваемых металлов: плавиться они должны при одинаковой температуре и иметь одинаковые характеристики прочности, а состав входящих в металл проволоки элементов должен повышать легирование соединяемых металлических частей.

Таблица 1.4 – Химический состав Св-08ГСПо ГОСТ 2246-70 [28]

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	p
не более 0,10	0,60-0,85	1,40-1,70	не более 0,20	не более 0,25	не более 0,025	не более 0,030

## 1.6 Расчет режимов сварки [12]

Сварные соединения для изготовления дешламатора СВП 710:

- камера входная ГОСТ 14771-76 У4, У7
- кожух цилиндрическая ГОСТ 14771-76 С17, У8
- кожух коническая ГОСТ 140771-76 С17, У8

а) Режимы сварки соединения С17 по ГОСТ 14771-76

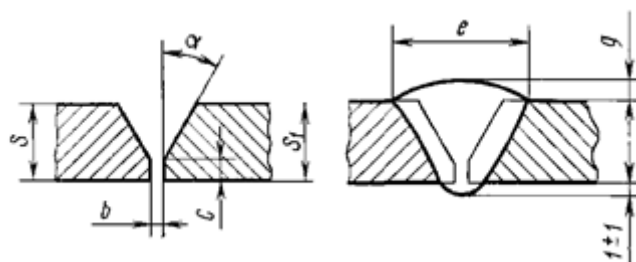


Рисунок 1.5 – Эскиз сварного соединения С17 ГОСТ 14771-76

Исходные данные:

S – толщина металла, 8 мм

b – зазор, 1 мм

c – притупление кромки, 1 мм

$\text{tg}\alpha$  – угол скоса кромок,  $20^\circ$

e – ширина шва, 10 мм

q – высота шва, 1 мм

б) Режимы сварки соединения У8 по ГОСТ 14771-76

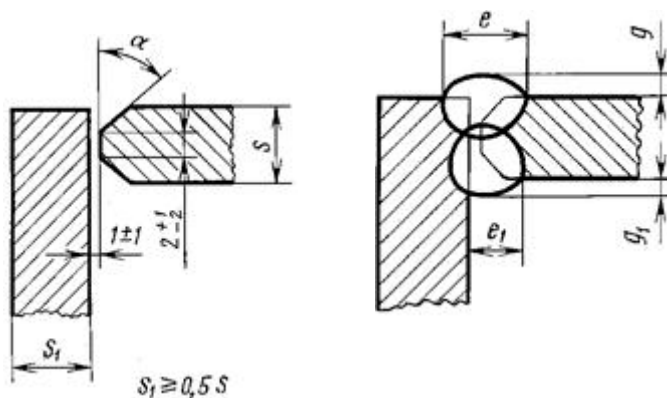


Рисунок 1.6 – Эскиз сварного соединения У8 ГОСТ 14771-76

Исходные данные:

S – толщина металла, 15 мм

$S_1$  – толщина металла, 8 мм

b – зазор, 1 мм

c – притупление кромки, 2 мм

$\text{tg}\alpha$  – угол скоса кромок,  $50^\circ$

e – ширина шва, 13 мм

$e_1$  – ширина шва, 11 мм

q – высота шва, 1 мм

$q_1$  – высота шва, 1 мм

в) Режимы сварки соединения У4 по ГОСТ 14771-76



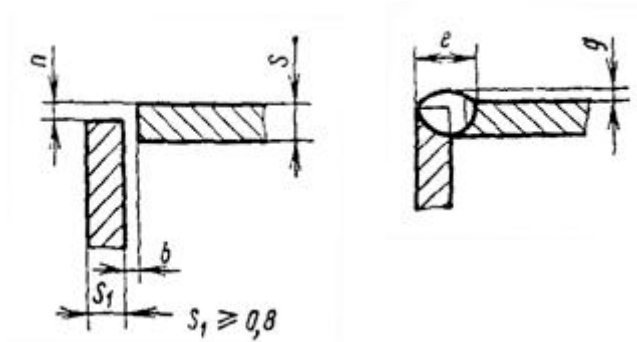


Рисунок 1.7 – Эскиз сварного соединения У4 ГОСТ 14771-76

Исходные данные:

$S$  – толщина металла, 8 мм

$b$  – зазор, 1 мм

$e$  – ширина шва, 12 мм

$q$  – высота шва, 1 мм

$n$  – смещение кромок, 1 мм

Рассчитаем площадь наплавленного металла  $F_n$ , мм<sup>2</sup> по формуле

а) Тип сварного соединения С17

$$F_n = Sb + (S - c)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + 0,75(eq + e_1q_1) \quad (1.3)$$

где  $S$  – толщина металла, мм.;

$b$  – зазор, мм.;

$c$  – притупление кромок, мм.;

$\operatorname{tg} \alpha$  – угол скоса кромок;

$e$  – ширина шва, мм.;

$q$  – высота шва, мм.

$$F_n = 8 \cdot 1 + (8 - 1)^2 \cdot 0,36 + 0,75(10 \cdot 1) = 33,14 \text{ мм}^2$$

б) Тип сварного соединения У8

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$F_n = Sb + (S-c)^2 \cdot \operatorname{tg}\alpha + 0,75(eq + e_1q_1) \quad (1.4)$$

где  $S$  – толщина металла, мм.;  
 $b$  – зазор, мм.;  
 $c$  – притупление кромок, мм.;  
 $\operatorname{tg}\alpha$  – угол скоса кромок;  
 $e$  – ширина шва, мм.;  
 $q$  – высота шва, мм.;  
 $e_1$  – ширина шва, мм.;  
 $q_1$  – высота шва, мм.

$$F_n = 15 \cdot 1 + (15-2)^2 \cdot 1,19 + 0,75(13 \cdot 1 + 11 \cdot 1) = 83,2 \text{ мм}^2$$

в) Тип сварного соединения У4

$$F_n = Sb + 0,5n^2 + n(S-n) + 0,75q(e-n) \quad (1.5)$$

где  $S$  – толщина металла, мм.;  
 $b$  – зазор, мм.;  
 $e$  – ширина шва, мм.;  
 $q$  – высота шва, мм.;  
 $n$  – смещение кромок.

$$F_n = 8 \cdot 1 + 0,5 \cdot 1^2 + 1(8-1) + 0,75 \cdot 1(12-1) = 23,2 \text{ мм}^2$$

Рассчитаем глубину провара,  $h_p$ , мм:

а) Тип сварного соединения С17

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$$h_p = 0.7S - 0.5b \quad (1.6)$$

где  $S$  – толщина металла, 8 мм

$b$  – зазор, 1 мм.

$$h_p = 0.7 \cdot 8 - 0.5 \cdot 1 = 5,1 \text{ мм}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$h_p = 0,35S - 0,5b \quad (1.7)$$

где  $S$  – толщина металла, 15 мм

$b$  – зазор, 1 мм.

$$h_p = 0,35 \cdot 15 - 0,5 \cdot 1 = 4,75 \text{ мм}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$h_p = (0,7 \dots 1,1)K \quad (1.8)$$

где  $K$  – катет шва, 8 мм

$$h_p = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ мм}$$

Рассчитаем диаметры электродной проволоки,  $d_{эп}$ , мм для различных соединений по формуле (1.9):

а) Тип сварного соединения С17

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p \quad (1.9)$$

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $h_p$  – глубина провара, мм

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{5,1} \pm 0,05 \cdot 5,1 = 1,24 \div 1,75 \text{ мм}$$

Полученный диаметр электродной проволоки округляем до ближайшего стандартного значения. Примем  $d_{\text{эп}} = 1,6$  мм.

б) Тип сварного соединения У8

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{4,75} \pm 0,05 \cdot 4,75 = 1,2 \div 1,7 \text{ мм}$$

Полученный диаметр электродной проволоки округляем до ближайшего стандартного значения. Примем  $d_{\text{эп}} = 1,6$  мм.

в) Тип сварного соединения У4

$$d_{\text{эп}} = \sqrt[4]{5,6} \pm 0,05 \cdot 5,6 = 1,2 \div 1,8 \text{ мм}$$

Полученный диаметр электродной проволоки округляем до ближайшего стандартного значения. Примем  $d_{\text{эп}} = 1,6$  мм.

Вылет электродной проволоки определяется по формуле (1.10):

а) Тип сварного соединения С17

$$l = 10d_{\text{эп}} \pm 2d_{\text{эп}} \tag{1.10}$$
$$l = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 12,8 \div 19,2 = 15 \text{ мм}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$l = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 12,8 \div 19,2 = 15 \text{ мм}$$

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

в) Тип сварного соединения У4

$$l = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 12,8 \div 19,2 = 15 \text{ мм}$$

Рассчитаем сварочный ток  $I_{\text{св}}$ , А по формуле (1.11):

а) Тип сварного соединения С17

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{K_h} * 100, \text{ А} \quad (1.11)$$

где  $K_h$ -коэффициент пропорциональности

$$K_h = 1,75$$

$$I_{\text{св}} = \frac{5,1}{1,75} * 100 = 291 \text{ А}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$I_{\text{св}} = \frac{4,75}{1,75} * 100 = 271 \text{ А}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$I_{\text{св}} = \frac{5,6}{1,75} * 100 = 320 \text{ А}$$

Рассчитаем плотность тока  $j$ , А/мм<sup>2</sup> по формуле (1.12):

а) Тип сварного соединения С17

$$j = \frac{4 * I_{\text{св}}}{\pi * d_{\text{эп}}^2} \quad (1.12)$$

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$j = \frac{4 \cdot 291}{3,14 \cdot 1,6^2} = 144,8 \text{ А/мм}^2$$

б) Тип сварного соединения У8

$$j = \frac{4 \cdot 271}{3,14 \cdot 1,6^2} = 134,8 \text{ А/мм}^2$$

в) Тип сварного соединения У4

$$j = \frac{4 \cdot 320}{3,14 \cdot 1,6^2} = 159,2 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем коэффициент расплавления  $\alpha_p, \text{ г/А} \cdot \text{ч}$  по формуле (1.13):

а) Тип сварного соединения С17

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{\text{св}} \cdot d_{\text{эп}}^{-1,505} \quad (1.13)$$

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot 291 \cdot 0,49 = 16,81 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot 271 \cdot 0,49 = 16,12 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot 320 \cdot 0,49 = 17,8 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Рассчитаем коэффициент наплавки  $\alpha_n, \text{ г/А} \cdot \text{ч}$  по формуле (1.14):

а) Тип сварного соединения С17

$$\alpha_n = \alpha_p (100 - \varphi_{\text{пр}}) / 100 \quad (1.14)$$

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $\varphi$  – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. Присварке в среде защитных газов  $\varphi = 0,1 \div 0,15$

$$\alpha_H = 16,81(100-0,1)/100 = 16,79 \text{ г/А*ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$\alpha_H = 16,12(100-0,1)/100 = 16,10 \text{ г/А*ч}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$\alpha_H = 17,8(100-0,1)/100 = 17,78 \text{ г/А*ч}$$

Рассчитаем скорость сварки  $V_{св}$ , см/с по формуле (1.15):

а) Тип сварного соединения С17

$$V_{св} = \alpha_H * I_{св} / 3600 * \rho * F_H \quad (1.15)$$

где  $\alpha_{гн}$  – коэффициент наплавки, /А·ч;

$\rho$  – плотность основного металла,  $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$

$$V_{св} = 16,79 * 291 / 3600 * 7,85 * 0,3314 = 0,52 \text{ см/с} = 19 \text{ м/ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$V_{св} = \alpha_H * I_{св} / 3600 * \rho * F_H$$

$$V_{св} = 16,10 * 271 / 3600 * 7,85 * 0,417 = 0,37 \text{ см/с} = 13 \text{ м/ч}$$

в) Тип сварного соединения У4

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

$$V_{\text{св}} = \alpha_{\text{H}} * I_{\text{св}} / 3600 * \rho * F_{\text{H}}$$

$$V_{\text{св}} = 17,78 * 320 / 3600 * 7,85 * 0,2375 = 0,84 \text{ см/с} = 30 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем напряжение на сварочной дуге  $U_{\text{д,В}}$  по формуле (1.6):

а) Тип сварного соединения С17

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 * I_{\text{св}} \quad (1.16)$$

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 * 291 = 29 \text{ В}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 * I_{\text{св}}$$

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 * 271 = 28 \text{ В}$$

в) тип сварного соединения У4

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 * I_{\text{св}}$$

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 * 320 = 30 \text{ В}$$

Скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{эп}}$  сварке на обратной полярности и вылете  $l_{\text{эп}} = 10 \cdot d_{\text{эп}}$  по формуле (1.17):

а) Тип сварного соединения С17

$$V_{\text{эп}}^{(+)} = 0,53 \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{эп}}^2} + 6,94 * 10^{-4} \frac{I_{\text{св}}^2}{d_{\text{эп}}^3} \quad (1.17)$$

$$V_{\text{эп}}^{(+)} = 0,53 * \frac{291}{1,6^2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{291^2}{1,6^3} = 74,6 \text{ мм/с} = 268,56 \text{ м/ч}$$

б) Тип сварного соединения У8

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

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 * \frac{271}{1,6^2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{271^2}{1,6^3} = 68,5 \text{ мм/с} = 246,6 \text{ м/ч}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 \frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ЭП}}^2} + 6,94 * 10^{-4} \frac{I_{\text{СВ}}^2}{d_{\text{ЭП}}^3}$$

$$V_{\text{ЭП}}^{(+)} = 0,53 * \frac{320}{1,6^2} + 6,94 * 10^{-4} * \frac{320^2}{1,6^3} = 83,6 \text{ мм/с} = 300,96 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем расход защитного газа  $q_{\text{зг}}$ , л/мин по формуле (1.18):

а) Тип сварного соединения С17

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * I_{\text{СВ}}^{0,75} \quad (1.18)$$

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * 291^{0,75} = 0,2 * 70,46 = 14,09 \text{ л/мин}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * I_{\text{СВ}}^{0,75}$$

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * 238^{0,75} = 0,2 * 66,8 = 13,36 \text{ л/мин}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * I_{\text{СВ}}^{0,75}$$

$$q_{\text{зг}} = 0,2 * 320^{0,75} = 0,2 * 75,66 = 15,13 \text{ л/мин}$$

Рассчитаем погонную энергию  $q_{\text{п}}$ , Дж/см по формуле (1.19):

а) Тип сварного соединения С17

$$q_{\text{п}} = I_{\text{СВ}} * U_{\text{д}} * \eta / V_{\text{СВ}} \quad (1.19)$$

где  $\eta$  — эффективный КПД нагрева изделия дугой,

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n=0,7$$

$$q_n=291*29*0,7 / 0,52 =11360 \text{ Дж/см}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$q_n=I_{св} * U_d * n / V_{св}$$

$$q_n=271*28*0,7 / 0,37=14355 \text{ Дж/см}$$

в) Тип сварного соединения У4

$$q_n=I_{св} * U_d * n / V_{св}$$

$$q_n=320*30*0,7 / 0,84=5644,8 \text{ Дж/см}$$

Рассчитаем коэффициент формы проплавления  $\Psi_{пр}$  по формуле (1.20):

а) Тип сварного соединения С17

$$\Psi_{пр}=K'*(19-0,01*I_{св})*\frac{d_{эп}+U_d}{I_{св}} \quad (1.20)$$

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

$$K' = 0,92.$$

$$\Psi_{пр}=0,92*(19-0,01*291)*\frac{1,6*29}{291}=2,37$$

б) Тип сварного соединения У8

$$\Psi_{пр}=K'*(19-0,01*I_{св})*\frac{d_{эп}+U_d}{I_{св}}$$

$$\Psi_{пр}=0,92*(19-0,01*271)*\frac{1,6*28}{271}=2,55$$

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

в) Тип сварного соединения У4

$$\Psi_{\text{пр}} = K' * (19 - 0,01 * I_{\text{св}}) * \frac{d_{\text{эп}} + U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}$$
$$\Psi_{\text{пр}} = 0,92 * (19 - 0,01 * 320) * \frac{1,6 * 30}{320} = 2,18$$

Рассчитаем глубину проплавления h, мм по формуле (1.21):

а) Тип сварного соединения С17

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}} \quad (1.21)$$
$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{11360}{2,37}} = 5,3 \text{ мм,}$$

б) Тип сварного соединения У8

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}}$$
$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{14355}{2,55}} = 4,9 \text{ мм,}$$

в) тип сварного соединения У4

$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}}$$
$$h = 0,081 * \sqrt{\frac{5644,8}{2,18}} = 4,12 \text{ мм,}$$

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Для сварных соединений С17 и У8 фактическая глубина проплавления соответствует расчетной при допуске отклонения значения  $\pm 15\%$ . Для соединения У4 фактическая глубина проплавления меньше заданной на 1,5 мм. Выполним обратный расчет с целью вычисления требуемого значения скорости сварки. Скорость сварки соединения У4 необходимо уменьшить до значения  $V_{св}=26$  м/ч.

Полученные в результате расчетов данные сведем в таблицу 1.5

Таблица 1.5 – Режимы сварки

Сварное соединение	$d_{эп}$ , мм	$V_c$ , м/ч	$l$ , мм	$I_c$ , А	$U_c$ , В	$V_{эп}^{(+)}$ , м/ч	$Q_{зг}$ , л/мин
С17	1,6	19	15	290	29	267	14
У8	1,6	13	15	271	28	247	13
У4	1,6	26	15	320	30	301	15

### 1.7 Выбор оборудования для изготовления изделия [15,16,19]

#### Оборудование для изготовления обечаек

Для резки заготовок обечаек используем станок плазменной резки MAXPRO 200 (рисунок 1.8). Плазменный раскрой листового металла – высокотехнологическая операция, позволяющая быстро и точно разделять металл. Резка осуществляется лучом плазмы. Плазменная резка листового металла универсальна, поскольку работает с материалом любой прочности.



Рисунок 1.8 – Станок плазменной резки MAXPRO 200

Таблица 1.6 – Технические характеристики MAXPRO 200

Технические характеристики	Показатели
Размер рабочей зоны стола, мм	2000-6000
Вертикальный ход перемещения резака, мм	200
Точность резки, мм	±0,05
Точность позиционирования, мм	±0,05
Скорость движения по осям, м/мин	до 23

Для вальцовки обечаек используем электромеханические вальцы Sahinlerсерия MRM-S (рисунок 1.8). Станки для гибки листового металла отлично подходят, как для мелкосерийного, так и для серийного производства.

Главными преимуществами этого вида оборудования можно назвать высокую степень надежности, долговечность и высокий коэффициент производительности.

Гибка листового металла на таком агрегате осуществляется методом холодного гнутья. Принцип действия станка несложен: обрабатываемый материал устанавливается в зазор между вальцами, которые движутся по раз-

ным направлениям. Обкатка металлического листа идет вокруг верхнего вальца и при этом появляется обечайка.

Самыми распространенными среди валкового оборудования выступают трехвалковые листогибы и вальцы четырехвалковые.

Валковые машины с тремя и четырьмя вальцами задействованы на производстве деталей в форме конуса, цилиндра или круга из листового металла. Деформация материала происходит при помощи холодной гибки, которая исключает нагревание, а значит операция протекает наиболее просто и качественно.



Рисунок 1.9 – Трехвалковые вальцы MRM-S 1050-190

Таблица 1.7 – Технические характеристики MRM-S 1050-190

Технические характеристики	Показатели
Максимальная ширина обработки, мм	1050
Максимальная толщина обработки при круговой гибке, мм	10
Максимальная толщина обработки при подгибке, мм	9
Диаметр верхнего валка, мм	190
Мощность, кВт	4

Сборку и сварку продольных стыков обечаек будем производить на роликовом вращателе ПКТБА ВР-1/1-12 (рисунок 1.10) с применением УСП.

Роликовый стенд предназначен для вращения цилиндрических изделий при автоматической сварке продольных и кольцевых швов.

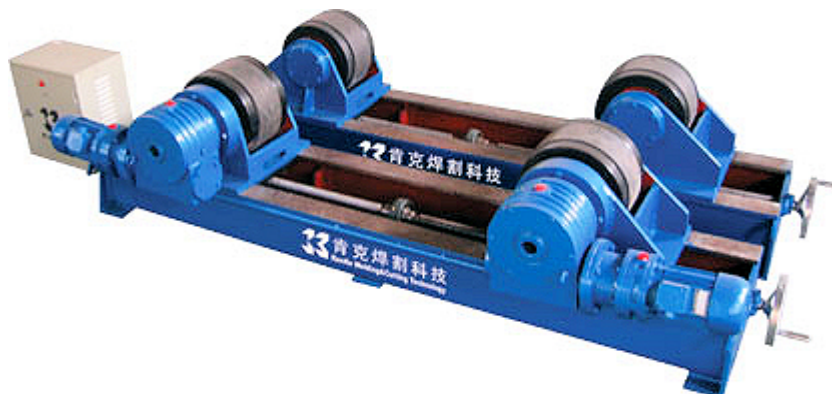


Рисунок 1.10 – Роликовый стенд ВР-1/1-12

Таблица 1.8 – Техническая характеристика ВР-1/1-12

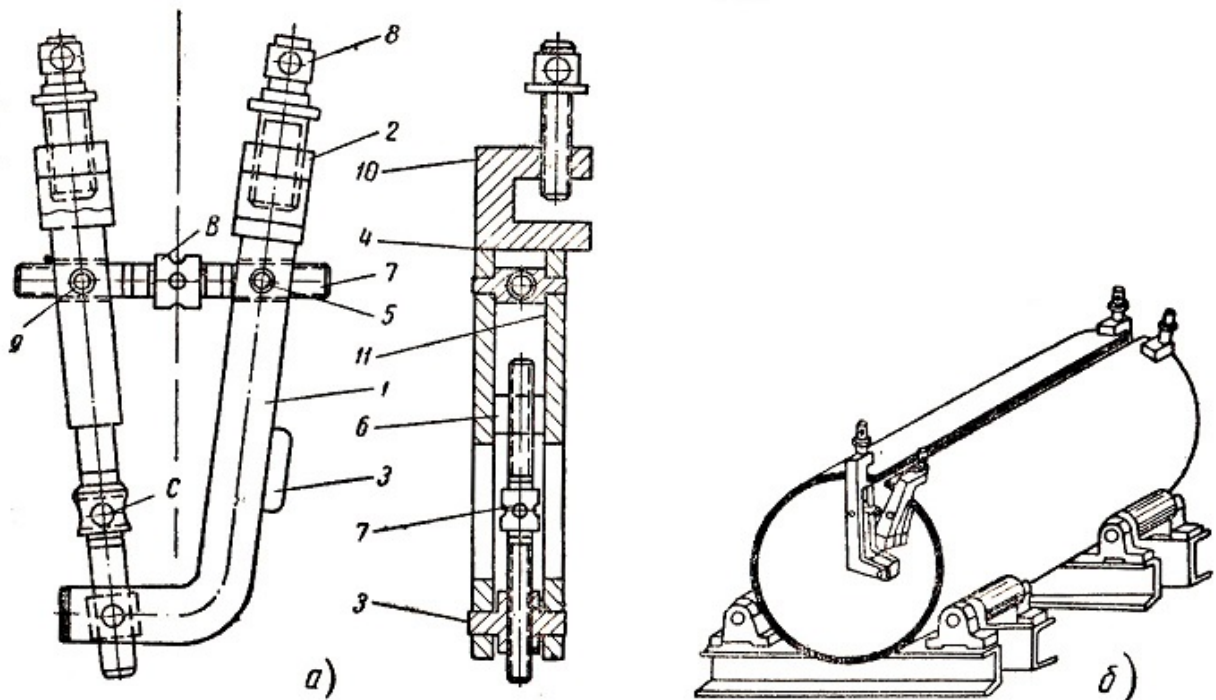
Технические характеристики	Показатели
Максимальная грузоподъемность, т	12000
Резиновый ролик диаметр, мм	405
Резиновый ролик ширина, мм	2x130
Минимальный диаметр обечайки, мм	400
Максимальный диаметр обечайки, мм	4000
Мощность двигателя, кВт	2x0,37
Линейная скорость ролика, м/ч	5,5-110

Сборку производим в следующей последовательности:

1. Обечайка устанавливается на роликовый стенд.
2. Установим требуемый зазор в стыке при помощи струбцин.

При помощи струбцины можно получить необходимую плотность прилегания кромок при сварке. Струбцинка дает возможность соединения кромок при сборке обечаек диаметром 1000 мм при толщине стенок 20 мм.

Чтобы соединить кромки обечайки, необходимо иметь две струбцины. Струбцины устанавливаются с двух противоположных торцевых сторон обечайки и крепятся нажимными винтами. Выравнивание кромок относительно друг друга производится винтом С, а регулирование и фиксация просвета между кромками производится винтом В.



1-коленчатая планка; 2-скоба; 3-накладка; 4-планка; 5,6-шарнирная гайка; 7-стяжной винт; 8-нажимной винт; 9-шарнирная гайка; 10-скоба; 11-планка.

Рисунок 1.11 – Струбцина (а) и ее применение (б) для стыковки кромок обечайек

3. Производим прихватку стыка полуавтоматом TELWIN MASTERMIG 400 230/400V сварочной проволокой Св-08ГС диаметром 1,6 мм, сила сварочного тока 180-220 А на постоянном токе обратной полярности, шаг прихваток 80x320 мм.

4. Привариваем вводные, выводные планки полуавтоматом TELWIN MASTERMIG 400 230/400V сварочной проволокой Св 08Г2С диаметром 1,6 мм на постоянном токе обратной полярности.

Для сварки продольного шва обечайки используем сварочную головку ПКТБА-СГПГ (рисунок 1.12). Сварочная головка ПКТБА-СГПГ разработана для механизации и увеличения производительности сварки в защитном газе. Компоненты изготовлены из прочных материалов, что делает сварочную головку очень надежной при работе в тяжелых производственных условиях.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.126 ПЗ

Лист

40



Удобные регулировки позволяют установить наконечник сварочной головки для сварки любого соединения. Надежный блок подачи сварочной проволоки с обратной связью обеспечивает стабильную подачу проволоки.



Рисунок 1.12 – Сварочная головка СГПГ

Таблица 1.9 – Технические характеристики СГПГ

Технические характеристики	Показатели
Способ защиты дуги	газ
Диаметр сварочной проволоки, мм	1-1,6
Скорость подачи проволоки, м/ч	100-1200
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	660х330х130

Для крепления и позиционирования сварочной головки используем сварочную колонну ПКТБА-КСА 1,0х1,0 (рисунок 1.13). Сварочные колонны предназначены для осуществления автоматической сварки под флюсом и в среде защитных газов различных металлических конструкций. Данная колонна имеет независимое перемещение стрелы в двух направлениях, что поз-

воляет производить сварку различных изделий. Частотный регулируемый привод стрелы позволяет выбирать оптимальную скорость в зависимости от условий сварки. Колонна имеет возможность поворота 180<sup>0</sup>, что позволяет оптимизировать сборочно-сварочный процесс и организацию рабочих мест в цеху.



Рисунок 1.13 – Сварочная колонна КСА 1,0x1,0

Таблица 1.10 – Технические характеристики КСА 1,0x1,0

Технические характеристики	Показатели
1	2
Грузоподъемность, кг	300
Горизонтальное перемещение консоли, мм	1000
Скорость горизонтального перемещения консоли, мм/м	1000
Вертикальное перемещение консоли, мм	1000
Скорость вертикального перемещения консоли, мм/м	1000
Угол поворота, град	±180
Общая высота, мм	3297
Общая ширина, мм	900
Общая длина, мм	2530
Минимальная высота консоли над полом, мм	863
Минимальный вылет консоли от колонны, мм	265
Масса, кг	1533

В качестве источника питания используем сварочный выпрямитель ВДУ-506МТ (рисунок 1.14). Выпрямитель предназначен для комплектации сварочных автоматов и полуавтоматов однопостовой механизированной сварки в среде углекислого газа и под флюсом, а также для сварки порошковой проволокой.

Выпрямитель может быть использован для работы со сварочными автоматами и манипуляторами, а также для ручной дуговой сварки штучными электродами.



Рисунок 1.14 – Сварочный выпрямитель ВДУ-506МТ

Таблица 1.11 – Технические характеристики ВДУ-506МТ

Технические характеристики	Показатели
Номинальный сварочный ток, А (при ПН-100%)	500
Номинальное напряжение дуги, В	40; 39; 30
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-510; 50-510; 30-510
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	21-40; 15-40; 11-30
Напряжение холостого хода, В	12; 85
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Число фаз питающей сети	3

Окончание таблицы 1.11

Потребляемая мощность, кВт	33
Габаритные размеры, мм	840x530x850
Масса, кг	230

Для сборки обечайки с фланцами используем сварочный вращатель ПКТБА ВСУ-4 (рисунок 71.15) грузоподъемностью 1000 кг.

Диаметр планшайб составляет 1000 мм. Благодаря механизму наклона планшайбы изделие можно установить в удобное для сварки положение.



Рисунок 1.15 – Сварочный вращатель ВСУ-4

Таблица 1.12 – Технические характеристики ВСУ-4

Технические характеристики	Показатели
Грузоподъемность, т	1000
Скорость вращения, мин <sup>-1</sup>	0,063-3,15
Диаметр планшайбы, мм	1000
Угол поворота планшайбы, град	360
Угол наклона планшайбы, град	135
Масса, кг	420

Сборку производим в следующей последовательности:

1. Фланец устанавливается в планшайбу вращателя, во фланец помещается обечайка.

2. Устанавливается требуемый зазор.

3. Производим прихватку стыка полуавтоматом TELWIN MASTERMIG 400 230/400V сварочной проволокой Св 08Г2С диаметром 1,6 мм, сила сварочного тока 180-220 А на постоянном токе обратной полярности, шаг прихваток 80x320 мм.

Для сварки фланцев используем сварочную колонну КСА 1,0x1,0, сварочную головку СГПГ, сварочный вращатель ВСУ-4 и источник питания ВДУ-506МТ.

### **1.8 Контроль качества[17]**

По стадиям технологического процесса контроль разделяют на: входной (предварительный); операционный (текущий); контроль готовой продукции.

К входному контролю предъявляют основной и сварочный материалы (присадочную проволоку, флюсы, газы, электроды), сварочное и сборочное оборудование.

Операционному контролю подвергают технологические процессы по отдельным операциям.

Контролю готовой продукции подлежат готовые сварные изделия (внешний осмотр, ультразвуковая дефектоскопия).

#### *Входной контроль*

Основной материал проверяют на наличие сертификата, заводской маркировки и товарного знака изготовителя.

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

В сертификате указывается марка и химический состав, номер плавки, масса и номер партии, результаты всех испытаний, соответствующих стандарту на материал, номер стандарта, тип профиля и размеры.

После контроля сертификата металл подвергают внешнему осмотру с целью выявления поверхностных дефектов, искажения формы и др.

В случае отсутствия дефектов металл сортируют по типоразмерам и маркируют. Под типоразмером металла понимают металл конкретного типа (формы) и исполнения с определенными значениями контролируемых параметров, например, лист определенной толщины. Маркировку металла выполняют ударным способом (клеймом), электрогравировкой и нанесением краской марки металла, например, вдоль продольной кромки листа. Материал хранится в закрытых помещениях в устойчивых штабелях или на стеллажах.

Основной материал принимают партиями и, если он не соответствует требованиям технической документации, то составляется акт рекламация (претензия) предприятию изготовителю материала.

Контроль качества сварочных материалов так же, как и основного материала включает:

1. проверку наличия сертификата;
2. проверку сохранности упаковки и наличия на ней этикеток;
3. внешний осмотр.

К сварочным материалам относят электроды, присадочную проволоку, флюс и защитные газы.

Сварочную проволоку поставляют в бухтах, катушках или кассетах. Проволока снабжена металлическими бирками, в которых указан стандарт, марка и завод-изготовитель. Каждая партия имеет сертификат. При поступлении проволоки производят её очистку от противокоррозионных смазок и окислов. Очистку от смазок окислов и красок выполняют механическими или химическими способами. После очистки, проволока наматывается на кассеты. При намотке осуществляют контроль за поверхностными дефектами.

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

Проволока должна храниться на складах в условиях, исключающих ржавление и загрязнение поверхности. С целью исключения образования ржавчины используют специальную омедненную проволоку.

Защитный газ поставляют в баллонах, снабжённых этикетками, в которых указаны марка, химсостав, завод-изготовитель. Газ по этикеткам проверяют на наличие примесей. Газ контролируют на наличие влаги путём подачи струи на фильтровальную бумагу. При наличии влаги газ пропускают через осушитель.

На принятые сварочные материалы работниками ОТК составляется приемочный акт. На некачественные материалы составляется рекламационный акт, направляемый изготовителю.

Качество сварки в значительной мере зависит от качества сварочного и механического сварочного оборудования. Задачей контроля в данном случае является поддержание сварочного оборудования в рабочем состоянии в соответствии с паспортными данными. Источники питания для сварки должны обеспечивать нормальное зажигание дуги, устойчивое ее горение, необходимую точность и правильную регулировку сварочного тока, показания приборов должны соответствовать действительному сварочному току и напряжению на дуге. Контрольно-измерительные приборы проверяют, сравнивая их показания с показаниями эталонных приборов и средств измерения.

Контроль механического сварочного оборудования ставит перед собой задачу обеспечения четкой работы каждого узла этого оборудования. Прежде всего, должно быть обеспечено четкое фиксирование свариваемых изделий в оборудовании, постоянство скорости вращения или передвижения изделия в соответствии с заданной технологией, безотказность работы в течение всего технологического цикла.

Подготовка элементов и сборка их в определенную конструкцию для последующей сварки влияют не только на производительность, но и на качество сварки. С этой целью проверяют качество подготовки кромок и сборки

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

заготовок: чистоту кромок, соответствие угла разделки, зазора, притупления, количества и размеров прихваток допусκαемым значениям. Для этого применяют специальные шаблоны или универсальный измерительный инструмент.

#### *Операционный контроль*

Операционный контроль позволяет уже в процессе выполнения работ проверять элементы технологии сварки, сварочные материалы, оборудование, приспособления и состояние сварщика. Внимательное и непрерывное наблюдение за ходом технологического процесса даст возможность обнаружить дефекты, причины их появления и принять меры к недопущению дефектов в дальнейшем. Режимы сварки контролируют для соблюдения сварщиком тока, напряжения, скорости сварки в установленных пределах. Проверяется последовательность выполнения швов и их размеры.

В источниках сварочного тока проверяют исправность регулирующих механизмов, приборов, соответствие значений тока и напряжения на дуге показаниям специальных приборов. У механического сварочного оборудования контролируют пригодность установочных поверхностей, исправность зажимных устройств.

#### *Контроль готовой продукции*

Всякий контроль сварных соединений начинается с внешнего осмотра, с помощью которого можно выявить не только наружные дефекты, но и некоторые внутренние. Например, разная высота и ширина шва и неравномерность свидетельствуют о частых обрывах дуги, следствием которых являются непровары.

Перед осмотром, швы тщательного очищаются от шлака, окалины и брызг металла. Более тщательная очистка в виде обработки шва промывкой спиртом и травлением 10%-ным раствором азотной кислоты придает шву матовую поверхность, на которой легче заметить мелкие трещины и поры. По-

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



сле использования кислоты необходимо удалить ее спиртом во избежание разъедания металла.

Визуальный контроль сварных соединений выявляет, прежде всего, наружные дефекты - геометрические отклонения шва (высоты, ширины, катета), наружные поры и трещины, подрезы, непровары, наплывы.

Для эффективности контроля используют дополнительное местное освещение и лупу с 5-10 кратным увеличением. Лупа - очень полезный инструмент в данном случае, она помогает выявить многие дефекты, которые нельзя рассмотреть невооруженным глазом - тонкие волосяные трещины, выходящие на поверхность, пережег металла, малозаметные подрезы. Она позволяет также проследить, как ведет себя конкретная трещина в процессе эксплуатации - разрастается или нет.

При внешнем осмотре применяется также измерительный инструмент для замера геометрических параметров сварного соединения и дефектов - штангенциркуль, линейка, различные шаблоны.

Ультразвуковой способ использует способность ультразвуковых волн отражаться от границ, разделяющих две упругие среды с разными акустическими свойствами. Посланная прибором ультразвуковая волна, пройдя металл, отражается от его нижней поверхности и возвращается обратно, фиксируясь датчиком. При наличии внутри металла дефекта, датчик отобразит искажение волны. Различные дефекты отображаются по-разному, что позволяет определенным образом классифицировать их.

Контроль качества сварных соединений с помощью ультразвуковых дефектоскопов в силу удобства его проведения получил очень широкое распространение.

Для контроля качества сварки используем ультразвуковой дефектоскоп УД2-70. Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений,

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

для измерения глубины и координат их залегания, измерения отношений амплитуд сигналов от дефектов.



Рисунок 1.16 – Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70

Таблица 1.13 – Технические характеристики УД2-70

Технические характеристики	Показатели
Диапазон толщин контролируемого материала, мм	2-5000
Рабочие частоты, МГц	0,4; 1,25; 1,8; 2,5; 5,0; 10,0
Диапазон рабочих температур, °С	-20 +50
Электрическое питание аккумуляторное, В	12
Сеть переменного тока, В	220
Время непрерывной работы, ч	7
Габариты, мм	245x145x75
Масса с аккумулятором, кг	3

## 2 Методический раздел

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки дешламатора. В процессе разработки предложено заменить полуавтоматическую сварку в среде CO<sub>2</sub> на автоматическую сварку в защитной смеси CORGON 18. Также предложена замена оборудования на современное, т.е. использование автоматов для производства сварки. К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик ручной сварки» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

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

*Профессиональные стандарты применяются:*

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

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

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

## 2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован в Министерстве юстиции 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 частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением ручной дуговой сварки.

В таблице приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной дуговой сварки» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

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

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.	Выполнение полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов
Трудовые действия:	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>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</p> <p>Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>Изучение производственного задания, конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Подготовка рабочего места и средств индивидуальной защиты. Подготовка сварочных и свариваемых материалов к сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Сборка конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки. Контроль с применением измерительного</p>

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

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
		инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации. Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля. Контроль исправления дефектов сварных соединений.
Необходимые умения:	<p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p>	<p>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. Пользоваться 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 отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или 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>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.126 ПЗ

Лист

54

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>Необходимые знания:</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Основные 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. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью 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 сварных соединений, 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. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>

Продолжение таблицы 2.1

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



Окончание таблицы 2.1

1	2	3
	Наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов; исправление дефектов сваркой	

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

*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.
- 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 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 сварных соединений, 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. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

*Необходимые умения:*

– 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.

– Пользоваться 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 отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или 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.

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.

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

## 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, общеотраслевой и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 6.2. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 2.2 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	2	3
1.	Теоретическое обучение	58
1.1	Основы рыночной экономики и предпринимательства	8
1.2	Материаловедение	6
1.3	Электротехника	6
1.4.	Чтение чертежей	6
1.5.	Специальная технология	32

### Окончание таблицы 2.2

1	2	3
2	Производственное обучение на предприятии	92
2.1	Вводное занятие	4
2.2	Подготовка металла к сварке	6
2.3	Упражнения в пользовании источников питания	8
2.4	Упражнения в работе на сварочных автоматах	12
2.5	Сборка изделий под автоматическую сварку	12
2.6	Самостоятельное выполнение сварочных работ	12
	Квалификационная (пробная) работа	6
	Итого:	150

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

### 2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

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

Таблица 2.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№	Тема	Часы
1	Введение	2
2	Источники питания для механизированной сварки	4
3	Оборудование для автоматической сварки	6
4	Сварочные материалы	6
5	Сварные конструкции	4
6	Технология автоматической сварки в среде защитных газов	10
	Итого	32

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

Тема урока «Устройство сварочной головки СГПГ для сварки в среде защитных газов»

### Цели занятия:

*Обучающая:* Формирование знаний об устройстве подвесной сварочной головки ПКТБА - СГПГ, её назначение и принцип 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.

### Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты: «Подвесная сварочная головка СГПГ, ее технические характеристики».

– Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: учебник для нач. проф. образования/В.С. Виноградов.- 5-е изд. стер. -М.: Издательский центр «Академия» 2012. -320с.

Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугуна во всех пространственных положениях: учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования /ВВ Овчинников.- М.:Издательский центр «Академия» 2014. -304с.

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

– Каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://a-svarka.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.12.2017).

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
  - Сообщение темы и цели занятия;
  - Актуализация опорных знаний;
  - Изложение нового материала;
  - Первичное закрепление материала.
  - Выдача домашнего задания.

План-конспект урока приведен в таблице 3.3.

Таблица 2.4 – План-конспект урока «Спецтехнология»

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минуты	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов» Тема занятия: «Устройство сварочной головки СППГ для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве подвесной сварочной горелки СППГ, её назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы 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?	Предлагаю учащимся ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
<p>Изложение нового материала 23 минуты</p>	<p>Мы повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Назначение сварочной головки;</li> <li>– Основные механизмы сварочной головки;</li> </ul> <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Автоматическая сварка широко применяется в машиностроении при сварке корпусов всех видов, балок транспортных средств и строительномонтажных конструкций, в том числе при их предварительной сборке, сварке и т.д. для ее реализации используются сварочные автоматы, состоящие из трех основных частей: каретки, перемещающей автомат, пульта управления и механизмов настройки пространственного положения горелки и собственно сварочной горелки.</p> <p>Сварочная горелка, в простейшем варианте - это комбинация механизма подачи сварочной проволоки, мундштука и токоподвода, а ее назначение определяется устройством: подача сварочной проволоки в зону сварки и организация надежного контакта для передачи сварочного тока в сварочную проволоку и расположение контактного наконечника на необходимом расстоянии.</p> <p>Разберем устройство сварочной горелки СГПГ, применяемой для производства типовых деталей типа силовой кожух.</p> <p><i>УСТРОЙСТВО СВАРОЧНОЙ ГОРЕЛКИ СГПГ</i></p>  <p>1 – узел поворота головки; 2 – механизм подачи электродной проволоки; 3 – мундштук сварочной горелки; 4 - электродная проволока.</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочная головка и ее назначение.</p> <p>Показываю плакат с общим видом сварочной головки и её устройством.</p> <p>Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом.</p>

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
	<p>Диаметр сварочной проволоки, мм – 1-1,6 Скорость подачи проволоки, м/ч – 100-1200 Габаритные размеры (ДхШхВ), мм – 660х330х130</p> <p>Сварочная головка СГПГ предназначена для сварки и наплавки в среде защитных газов сталей и цветных металлов плавящимся электродом в автоматическом режиме.</p> <p>Из её особенностей работы можно отметить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможность собирать (составлять) головку из различных механизмов для определенных задач;</li> <li>- простой и надёжный механизм регулировки положения подачи присадочной проволоки;</li> <li>- стабильно высокое качество сварки и наплавки.</li> </ul> <p>Дополнительно к имеющимся деталям и механизмам головка может быть укомплектована механизмом правки сварочной проволоки и механизмом тонкой настройки позиции сварочной проволоки относительно стыка, в том числе со следящим устройством.</p> <p>Итак, прошу задавать мне вопросы по представленному материалу.</p>	<p>Вместе со слушателями разбираем устройство её механизмов, разбираем технические характеристики. Записываем основные моменты.</p>
<p>Первичное закрепление материала 5 минут</p>	<p>Прошу ответить на следующие вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из каких элементов состоит сварочная головка?</li> <li>2. Охарактеризуйте механизм подачи сварочной проволоки.</li> <li>3. Какой диаметр сварочной проволоки можно использовать?</li> <li>3. Для какого способа сварки предназначена сварочная головка СГПГ?</li> </ol>	<p>Первичное закрепление проводится фронтальным опросом. Если учащиеся в этом не принимают активного участия, то опрос переходит в индивидуальный.</p>
<p>Выдача домашнего задания. 2 мин.</p>	<p>Теперь запишем домашнее задание.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Внимательно прочитать конспект урока;</li> <li>2) Изучить данную тему в учебнике Овчинникова В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугуна во всех пространственных положениях;</li> <li>3) Если будет интересно, то можно посмотреть каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <a href="https://a-svarka.ru">https://a-svarka.ru</a></li> </ol>	<p>Разбираем, и записываем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением»
- составили учебный план для профессиональной подготовки персонала автоматической сварки плавлением;
- составили тематический план предмета «Спецтехнология» для профессиональной подготовки персонала автоматической сварки плавлением;
- разработали план - конспект занятия;
- разработаны средства обучения для выбранного занятия.

Все эти разделы могут быть использованы для разработки учебных и тематических планов и планов уроков с подбором средств обучения для переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» профессиональных образовательных учреждений, учебных заведений, подразделениях предприятий, учреждений и фирм, имеющих право ведения указанной деятельности в рамках, установленных действующим законодательством.

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проекта на основании проведенного анализа конструкции изделия, его материалов был выбран способ сварки, разработан технологический процесс, выполнены расчеты режимов сварки и подобраны сварочные материалы и оборудование для изготовления элементов корпуса дешламатора.

Для сборки и сварки силовых кожухов была разработана установка для автоматизированной сварки продольных и кольцевых швов обечайки.

Методическая часть дипломного проекта раскрывает учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологической части дипломного проекта явилось основой для методического раздела.

Внедрение новой технологии позволит повысить качество готовой продукции, увеличить производительность, а также улучшить условия труда.

Цели дипломного проектирования достигнуты.

					<i>ДП 44.03.04.126 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Справочник сварка в машиностроении [Текст] : В 4-х т. / Под ред. В.А. Винокурова. - М.: Машиностроение, 1979.

Т.1. – 504с.

Т.2.- 462с.

Т.3. – 567с.

2Марочник сталей и сплавов [Текст] : справочник / В.Г. Сорокин, А.В.Волосникова, С. А. Вяткин и др. / под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. – 640с.

3 Сварка и свариваемые материалы: справ.издание: в 3-х т. Т.1 Свариваемость материалов [Текст]/ под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с.

4 Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов [Текст] / СМ. Гуревич. – Киев: Наукова думка, 1981. – 608 с.

5 Верховенко, Л.В. Справочник сварщика [Текст] / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин : 2-е изд.. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 480 с.

6 Сварочные материалы для дуговой сварки [Текст] : В 2-х т./ Под.ред. Н. Н. Потапова и Б. П. Конищева. – М.: Машиностроение, 1989.

Т.1. – 544с.

Т.2. – 768с.

7 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением для студентов вузов [Текст] / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.

8 Федосов, С.А. Основы технологии сварки [Текст] / С.А.Федосов, И.Э.Оськин [Электронный ресурс]: СПб.: Лань, 2011. - 125 с. Режим доступа [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2021](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2021)

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

9 Сварка строительных металлических конструкций [Текст] : учеб. для вузов / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов, Д.М. Чернавский и др.— М.: Стройиздат, 1993 - 345с.

10 Быковский, О.Г. Справочник сварщика : справочник [Электронный ресурс] / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, Пешков В.С. – М.: Машиностроение, 2011. – 336с. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 04.05.2018)

11 Справочник сварщика [Текст] / под ред. В. В. Степанова : изд. 3-е. - М.: Машиностроение, 1975. - 520 с.

12 Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технологические основы сварки плавлением и давлением» [Текст]/ сост. к.т.н. Л.Т. Плаксина, ст. преподаватель Д.Х. Билалов. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2012. - 38 с.

13 Криогенсервис - Урал [Электронный ресурс] - Электрон.дан. – Режим доступа: [http://WWW.argon35.ru/technical-gases/газовые смеси](http://WWW.argon35.ru/technical-gases/газовые_смеси).–Загл. с экрана.

14 ОАО Линде Уралтехгаз – сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://techgaz.ru/produkcija/svarochnye\\_gazovye\\_smesi](http://techgaz.ru/produkcija/svarochnye_gazovye_smesi) (дата обращения 16.02.2018).

15 Милютин, В.С. Источники питания для сварки. Учеб. Пособие.ч.I. [Текст] / В.С. Милютин, Н.М. Иванова. - Екатеринбург: Урал. Гос. Проф. – пед. Ун – т, 1995. – 234 с.

16 Справочник по сварочному оборудованию [Текст] /Л.Ц. Прох, Б.М. Шпаков, Н.М. Яворская ; под ред. Л.Ц. Прох. – Киев: Техника, 1982.- 207с.

17 Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 368с. : ил. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (Дата обращения 12.04.2018)

					<b>ДП 44.03.04.126 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

18 Рыбаков, В.М. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники [Текст] / В.М. Рыбаков, Ю.В. Ширшов. - М.: Машиностроение, 1972. - 52 с.

19 Патон, Б.Е. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки [Текст] / Б.Е. Патон, В.К. Лебедев. - М.: Машиностроение, 1966. - 396 с.

20 Рыжков, Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении [Текст] / Н.И. Рыжков. - 2-е изд., переработка и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 375 с.

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

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

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

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

25 ГОСТ 14771 – 76 Дуговая сварка в защитном газе. Сварные соединения. 1976-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1976. – 35 с.

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

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

28 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия [Текст]. - Введ. 1973-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 20 с.

29 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. -

					ДП 44.03.04.126 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Электрон.дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим доступа:  
<http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog> . – Загл. с экрана (Дата обращения  
20.01.2019.

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

					<i>ДП 44.03.04.126 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

					<i>ДП 44.03.04.126 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71