

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

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
СБОРКИ И СВАРКИ ЕМКОСТИ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение(по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном про-  
изводстве

Идентификационный код ВКР: 018

Екатеринбург 2019

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

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

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Разработка технологического процесса сборки и сварки емкости для пе-  
ревозки нефтепродуктов**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-405С \_\_\_\_\_ Д.А.Костылев

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

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

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 57 листов машинописного текста, 19 рисунков, 17 таблиц, 32 использованных источников литературы, графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: ЦИСТЕРНА, РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМОВ СВАРКИ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ОПЕРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ».

В дипломном проекте разработан технологический процесс сборки и автоматической сварки под слоем флюса емкости для перевозки нефтепродуктов, подобрано оборудование.

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления емкости для перевозки нефтепродуктов с использованием автоматической сварки под флюсом.

В дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления цистерны, включающий автоматическую сварку под слоем флюса; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки цистерны.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Разработка технологического процесса сборки и сварки емкости для перевозки нефтепродуктов  Пояснительная записка			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Костылев Д.А.</i>						2	57
<i>Руковод.</i>		<i>Радченко Е.В.</i>							
<i>Реценз.</i>									
<i>Н. Контр.</i>		<i>Билалов Д.Х.</i>							
<i>Утверд</i>		<i>Гузанов Б.Н.</i>							<i>ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-405с</i>

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Технологическая часть .....	6
1.1 Назначение и условия работы изделия .....	6
1.2 Характеристика конструкционного материала.....	6
1.3 Свариваемость стали .....	7
1.4 Анализ базовой технологии изготовления изделия «Цистерна» .....	9
1.5 Выбор проектируемого способа сварки .....	9
1.6 Выбор сварочных материалов .....	12
1.7 Расчет режимов сварки.....	14
1.8 Выбор сварочного оборудования.....	23
1.9 Контроль качества сварных швов .....	31
1.9.1 Возможные дефекты изделия .....	31
1.9.2 Технология контроля.....	33
1.9.3 Описание и технические характеристики приборов.....	35
1.10 Технологический процесс сборки и сварки изделия «Цистерна» .....	38
2 Методический раздел .....	40
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	41
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	45
2.4 Разработка плана и плана-конспекта урока теоретического обучения по изучению устройства сварочных автоматов .....	47
Заключение .....	53
Список использованных источников.....	54

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

## ВВЕДЕНИЕ

Сварка проволокой, позволяющая сравнительно просто механизировать и автоматизировать процесс соединения металлов, находит в последние годы широкое и все возрастающее применение во всех промышленно развитых странах мира. Экономическое развитие нашей страны основывается на научно-техническом прогрессе, приоритетными направлениями которого являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, широкое внедрение в производство новых конструкционных материалов и высокоэффективных технологических процессов, рациональное использование материальных и энергетических ресурсов.

В реализации этих направлений в машиностроении, в строительстве, на транспорте и в других отраслях значительная роль отводится прогрессивным технологиям сварки и родственным процессам. Известно около 70 способов сварки, с применением которых создаются монолитные соединения металлов, неметаллов, а также разнородных материалов толщиной от нескольких микрометров до нескольких метров при производстве автомобилей, подвижного состава железных дорог, энергетической и химической аппаратуры и многих других сварных конструкций ответственного назначения.

*Объектом* проектирования является технологический процесс сварки.

*Предметом* проектирование является процесс автоматической сварки изделия «Цистерна».

*Целью* дипломного проектирования является разработка оборудования и технологии сварки изделия «Цистерна». Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления цистерны;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки изделия;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4

- разработать технологию сборки-сварки цистерны;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

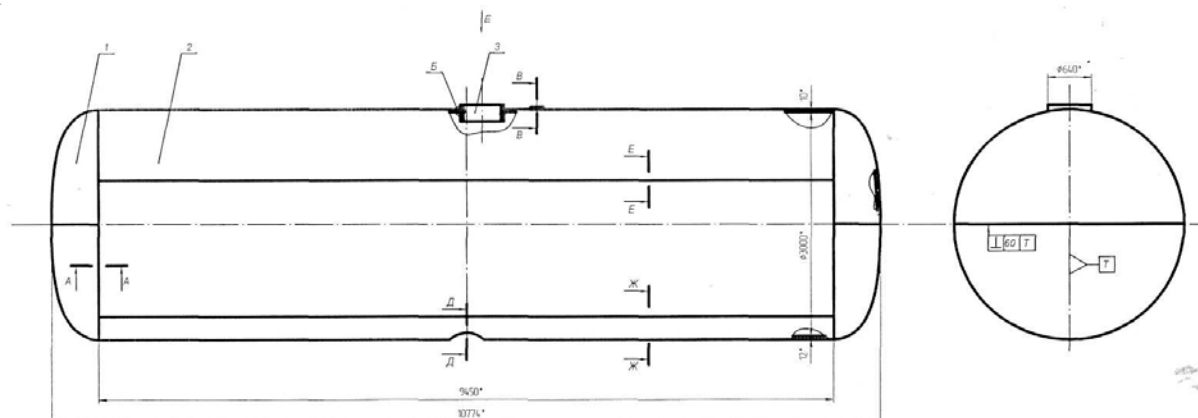
Таким образом, в дипломном проекте в технологической части будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления цистерны, включающий автоматическую сварку под флюсом; в методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков.

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

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

# 1 Технологическая часть

## 1.1 Назначение и условия работы изделия



1-днище; 2-обечайка; 3-горловина

Рисунок 1- Цистерна

Цистерна предназначена для транспортировки различных жидких веществ, например, (воспламеняющихся жидкостей).

Изделие «Цистерна» относится к первой группе конструкций, которые представляют собой сварные конструкции, либо их элементы, работающие в условиях давления на внутренние стенки изделия или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок (переменные площадки контактов) – регламентировано СНиП II-23-81 «Стальные конструкции: Нормы проектирования». Изделие работает при средней температуре  $-50 +50$  градусов. Цистерна состоит из обечайки, к которой с двух сторон привариваются днища, к обечайке приваривается горловина.

## 1.2 Характеристика конструкционного материала

В качестве основного металла для изготовления цистерны используем сталь марки 17ГС. Это конструкционная низколегированная сталь для сварных конструкций. Химический состав стали 17ГС приведен в таблице 1.

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

Таблица 1 – Химический состав стали 17ГС, % по ГОСТ 19281- 2014[7]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V	N	Cu	As
0.14 - 0.2	0.4 - 0.6	1 - 1.4	до 0.3	до 0.035	до 0.03	до 0.3	до 0.12	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Механические свойства стали 17ГС представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства стали 17ГС, % по ГОСТ 19281- 2014[7]

Показатель	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Макс относит удлинение, %	Свариваемость
Значение	490-510	335-345	23	Без ограничений

По сравнению с высокоуглеродистыми низколегированные стали обладают более высоким пределом текучести, пониженной склонностью к механическому старению, повышенной хладостойкостью, лучшей коррозионной стойкостью, низкой ударной вязкостью. Так как углерода в стали мало, то сварка ее довольно проста, причем сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки, благодаря чему не происходит снижение пластических свойств или увеличение ее зернистости. К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 17ГС от других сталей с большим содержанием углерода или присадок, которые хуже варятся и меняют свойства после термообработки.

### 1.3 Свариваемость стали

Свариваемость – это способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. От химического состава стали зависит ее структура и физические свойства, которые могут изменяться под влиянием нагре-

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		7



ва и охлаждения металла при сварке. На свариваемость стали влияет содержание в ней углерода и легирующих элементов.

Определим свариваемость стали 17ГС[2 с.45]

Предварительную оценку свариваемости стали можно провести по углеродному эквивалентуГОСТ 23870-79:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C_0 + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+V+Mo}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \quad (1)$$

по формуле 1.1 определим  $C_0$

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0.17 + \frac{1}{6} + \frac{0.25}{5} + \frac{0.3 + 0.3}{15} = 0.42\%$$

Если  $C_0 < 0,45$ , сварку можно выполнять без предварительного подогрева основного металла.

Таким образом, основной металл не склонен к образованию холодных трещин.

Склонность металла к образованию горячих трещин при сварке оценивают по показателю Уилкинсона [7].Если  $HCS < 4$ , ( при в 700 мПа ) то говорят, что материал не склонен к образованию горячих трещин.

$$HCS_p = [C(S+P+Si/25+Ni/100)1000]/(3Mn+Cr+Mo+V), \quad (2)$$

где символы – химический элемент, содержание его в стали, %.

Рассчитаем HCS для стали 17ГС по формуле (1.2):

$$HCS = [0,17(0,04+0,035+0,4/25+0,3/100)1000]/(3 \cdot 1+0,3) = 1,133;$$

$HCS_p = 1,133$ , что меньше 4, следовательно, сталь 17ГС не склонна к образованию горячих трещин; для получения равнопрочного основному металлу ме-

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

талла шва требуется применить сварочную проволоку с химическим составом соответствующим химическому составу основного металла.

#### 1.4 Анализ базовой технологии изготовления изделия «Цистерна»

В соответствии с базовой технологией сварки изделие «Цистерна» сваривается механизированной сваркой в среде  $CO_2$ .

Преимущества механизированной сварки:

- возможность сварки в любых пространственных положениях;
- возможность сварки в местах с ограниченным доступом;
- сравнительно быстрый переход от одного свариваемого материала к другому;
- простота и транспортабельность сварочного оборудования.

*Недостатки:*

- низкие КПД и производительность по сравнению с другими технологиями сварки;
- качество соединений во многом зависит от квалификации сварщика;
- вредные условия процесса сварки.

#### 1.5 Выбор проектируемого способа сварки

Основные способы дуговой сварки [1,2]:

- Под флюсом;
- В защитном газе;
- Порошковой (самозащитной) проволокой;
- Покрытым электродом.

Сварка покрытым электродом характеризуется низкой производительностью, невозможностью механизации и, как следствие, высокой трудоёмкостью.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

Сварка проволокой требует применения специального оборудования для сварки и дополнительных приспособлений для её подготовки к сварке и хранения. Этот способ также обладает сравнительно низкой производительностью.

### *Сущность процесса сварки под флюсом*

При этом способе сварки электрическая дуга горит под зернистым сыпучим материалом, называемым сварочным флюсом. Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса. В зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Неизрасходованная часть флюса специальным пневматическим устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

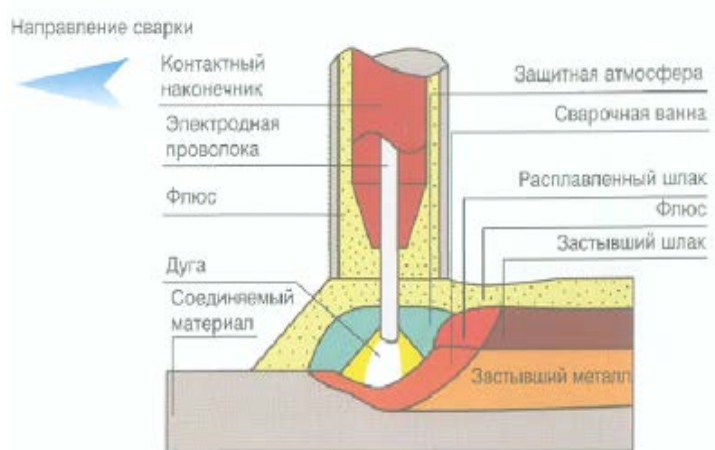


Рисунок 2 – Автоматическая сварка под слоем флюса

### *Достоинства способа:*

- Повышенная производительность;

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

- 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;
  - Отсутствует влияния субъективного фактора.

*Недостатки способа:*

- Трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- Трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- Неблагоприятное воздействие на оператора;
- Нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования.

*Области применения:*

- Сварка в цеховых и монтажных условиях
- Сварка металлов от 1,5 до 150 мм и более;
- Сварка всех металлов и сплавов, разнородных металлов.

Сварка в углекислом газе менее производительна в сравнении со сваркой под флюсом, наблюдается значительное выгорание легирующих элементов из металла сварочной проволоки, а при неправильно настроенном режиме сварки – разбрызгивание электродного металла (более 5%, в среднем – 2%). Скорость

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

охлаждения металла также выше, что способствует образованию холодных трещин. Но исключают проникновение диффузионного водорода в металл сварочной ванны из флюса.

При сварке углеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны широко используют углекислый газ. В последние годы в качестве защитных газов находят применение смеси углекислого газа с кислородом или аргоном.

Применение газовой смеси вместо чистой углекислоты позволяет улучшить технические аспекты сварки и существенно снизить общие затраты сварных работ, а именно:

- увеличить скорость сварки;
- резко снизить количество брызг металла;
- обеспечить более гладкий и плоский профиль сварного шва;
- обеспечить высокое качество и надежность сварки;
- сократить затраты на зачистные работы.

На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в швах могут образоваться поры. Сварка в углекислом газе менее чувствительна к отрицательному влиянию ржавчины.

Для сварки продольных и кольцевых швов нашего изделия применим сварку под слоем флюса, этот способ будет удовлетворять всем условиям и требованиям к сварному изделию. Таким как, высокая производительность, высокое качество сварных швов, автоматизация, сокращение времени и санитарные нормы.

## 1.6 Выбор сварочных материалов

### *Выбор электродной проволоки*

Проволоку для сварки в защитном газе стали 17ГС принимают близкую по химическому составу к основному металлу для обеспечения равнопрочно-

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

стисварного соединения, такой проволокой является Св-08А, Св-08Г2С. Эта проволока одна из наиболее универсальных видов сварочной проволоки, используемых в механизированных сварочных процессах. Она подходит как для использования в сварочных автоматах, так и в устройствах полуавтоматической сварки. Этот тип проволоки можно использовать любыми сварочными аппаратами в любых пространственных положениях.

а) Химический состав электродной проволоки Св-08А по ГОСТ 2246-70:

— Углерода	от 0,05 % до 0,11 %;
— Кремния	от 0,7 % до 0,95 %;
— Марганца	от 1,8 % до 2,1 %;
— Хрома	не более 0,2 %;
— Никеля	не более 0,25 %;
— Серы	не более 0,025 %;
— Фосфора	не более 0,03 %;
— Азота	не более 0,01 %.

Таблица 3 -Механические свойства проволоки по ГОСТ 2246-70

Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>	Предел текучести, МПа
530-680	20	47	460

*В качестве флюса выбираем флюс ОСЦ-45[3]*

Сварочный флюс ОСЦ-45 используется для дуговой сварки (механической): устойчивость дуги при этом достаточно хорошая. Его применяют, чтобы сваривать углеродистые судостроительные стали - низколегированные или нелегированные, а также, чтобы делать наплавку изделий из углеродистой и импортной стали определенных типов. Номенклатура таких изделий достаточно широка. Кроме того, в зависимости от зерна при помощи сварочного флюса ОСЦ-45 осуществляется сварка специальной сварочной проволокой, диаметр которой составляет более 3мм или менее 3мм. Строение зерен флюса ОСЦ-45 - зерновидное, цвет коричневый, а их размер варьируется от 0,25мм до 3,0мм. К плюсам свароч-

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

ного флюса ОСЦ-45 можно отнести такие его свойства, как устойчивость к ржавчине, а также он дает достаточно плотные швы, которые устойчивы к появлению трещин и пор. Однако он при этом выделяет в большом количестве фтористые газы, которые являются вредными для человека. Используют флюс ОСЦ-45 в сочетании с проволоками Св-08, Св-08А, Св-08Г2С, Св-10Г2.

Основное назначение флюсов – уплотнение сварочного шва и уменьшение склонности к кристаллизационным трещинам. Флюсы применяют при электрической сварке плавлением, что обеспечивает надежную защиту зоны сварки от атмосферных газов, создают условия устойчивого горения дуги. После остывания шва шлаковая корка легко удаляется. Флюсы уменьшают выделение пыли и газов, вредных для здоровья сварщиков.

Таблица 4 - Химический состав флюса в %

SiO <sub>2</sub>	MnO	MgO	CaF <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P
38-44	38-44	<2,5	6-9	<6,5	<2	<0,15	<0,15

### 1.7 Расчет режимов сварки

#### *Расчет режимов сварки продольного шва С7 ГОСТ 8713-79*

Для сварки продольного шва изделия применяем двухсторонний стыковой шов без разделки кромок по ГОСТ 8713-79. Условное обозначение сварного соединения – С7. Данный шов является наиболее оптимальным для данного изделия, т.к. обеспечивает надежную сварку деталей. Толщина металла S-10 мм; величина зазора -  $b = 0+1$  мм; ширина шва -  $e =$  не более 23 мм; высота усиления -  $q = 3$  мм.

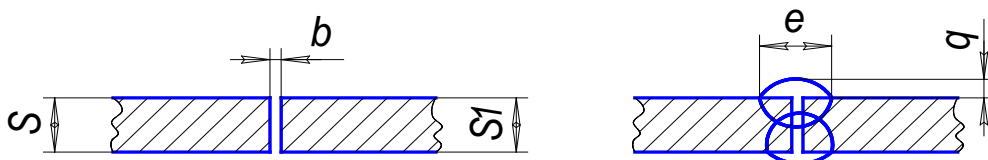


Рисунок 3 -Сварное соединение С7 ГОСТ 8713-79 для сварки продольного шва

1. Диаметр электродной проволоки рассчитываем в зависимости от расчетной глубины проплавления, мм. Так как толщина листа равна 10 мм, то глубину проплавления выбираем равную 6 мм

$$d_{э.п.} = (0,29... 1,1)h_p \quad (3)$$

$$d_{э.п.} = 0,7 * 6 = 3,2 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{э.п.}$  равным 3 мм.

2. Расчет сварочного тока при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле;

$$I_{св} = \frac{\pi * d_э^2 * j}{4} \quad (4)$$

где  $j$  – плотность тока в электродной проволоке, А/мм<sup>2</sup> (при сварке под флюсом  $j = 35 \div 60$  А/мм<sup>2</sup>;

$d_э$  – диаметр электродной проволоки, мм.

Рассчитываем силу сварочного тока по формуле (4)

$$I_{св} = \frac{3,14 * 3^2 * 55}{4} = 590 \text{ А}$$

Расчетный сварочный ток должен находиться в пределах  $I_c = 100...800$  А [4; с.9].

3. Напряжение на сварочной дуге, В:

$$U_d = 22 + 0.02 * I_c, \quad (5)$$

Рассчитываем напряжение по формуле (5)

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		15



$$U_d = 22 + 0,02 * 590 = 22 + 13,8 = 29,8В$$

Принимаем напряжение на дуге 30 В.

4. Скорость сварки, м/ч, рассчитывается по формуле:

$$V_{св} = \frac{A}{I_{св}} \quad (6)$$

где  $A = (16...20) * 10^3$ , А\*м/ч – допустимая плотность тока [4;с.9]

Рассчитываем скорость сварки по формуле (6)

$$V_{св} = \frac{20 * 10^3}{590} = 28,9 м/ч$$

Принимаем  $V_{св} = 29$  м/ч

6. Определяем скорость подачи электродной проволоки при сварке, мм/с:

$$V_{пп} = \frac{V_{св} * F_n * 4}{\pi * d_{эл}^2} \quad (7)$$

где  $F_n \approx 30 \text{ мм}^2$  - площадь сечения наплавленного металла,  $\text{мм}^2$ ;

$$V_{св} = 29 \text{ м/ч} = 8,05 \text{ мм/с.}$$

Скорость подачи электродной проволоки рассчитываем по формуле (7)

$$V_{пп} = \frac{8,05 * 30 * 4}{3,14 * 3^2} = \frac{241,5}{12,56} = 19,2 \text{ мм/с}$$

Принимаем  $V_{пп} = 19$  мм/с = 68 м/ч

7. Вылет электродной проволоки, мм:

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

$$l_B = 10d_{э.п.} \pm 2 d_{э.п.} \quad (8)$$

$$l_B = 10 * 3 \pm 2 * 3 = 30 + 6 = 36 \text{ мм}$$

### 8. Определение высоты слоя флюса.

Высота слоя флюса выбирается в зависимости от силы сварочного тока из таблицы 5.

Таблица 5 – Рекомендуемая высота слоя флюса в зависимости от силы сварочного тока

Сварочный ток, А	200 – 400	400 – 800	800 – 1200
Высота слоя флюса, мм	25 – 35	35 – 40	45 – 60

Примем высоту слоя флюса равной 40 мм.

9. Рассчитываем коэффициент расплавления  $\alpha_p$ , обуславливаемый тепловложением дуги, г/А\*ч :

$$\alpha_p = 6,3 + \frac{70,2 * 10^{-3} * I_{св}}{d_э^{1,035}} \quad (9)$$

Расчет производим по формуле (9)

$$\alpha_p = 6,3 + \frac{70,2 * 10^{-3} * 590}{3^{1,035}} = 6,3 + 11,56 = 17,86 \text{ г/А * ч}$$

Принимаем коэффициент расплавления равный 18 г/А\*ч

Произведем расчет геометрических размеров сварного шва на основе данных, произведенных выше.

10. Рассчитываем величину погонной энергии сварки, Дж/см:

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17

$$q_{\text{п}} = \frac{36 * I_{\text{св}} * U_{\text{д}} * \eta_{\text{э}}}{V_{\text{св}}} \quad (10)$$

где  $V_{\text{св}}$ -скорость сварки, м/ч;

$\eta_{\text{э}}$ - эффективный КПД нагрева изделия дугой.

Для сварки под флюсом значение эффективного КПД принимают равным (0,8-0,85).

11. Рассчитываем величину погонной энергии сварки по формуле (10):

$$q_{\text{п}} = \frac{36 * 590 * 30 * 0,85}{29} = \frac{760104}{29} = 26210,4 \frac{\text{Дж}}{\text{см}}$$

12. Рассчитываем коэффициент формы проплавления:

$$\varphi_{\text{пр}} = K^I * (19 - 0,01 * I_{\text{св}}) * \frac{d_{\text{э}} * U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} \quad (11)$$

При плотностях тока меньше 120 А/мм<sup>2</sup> (в нашем случае 55 А/мм<sup>2</sup>) и сварке на прямой полярности:  $K^I = 2,82/j^{0,1925}$

$$\varphi_{\text{пр}} = \frac{2,82}{55^{0,1925}} * (19 - 0,01 * 590) * \frac{3 * 30}{590} = \frac{2,82}{2,16} * 2,42 = 3,15$$

Принимаем  $\varphi_{\text{пр}} = 3,6$

При плотности тока менее 120 А/мм<sup>2</sup>, оптимальное значение  $\varphi_{\text{пр}}$  равно 0,8-4. При меньших значениях коэффициента формы проплавления будут получаться швы, склонные к образованию горячих трещин, при больших – слишком широкие швы с малой глубиной проплавления, что не рационально с точки зрения использования теплоты дуги и приводит к повышенным деформациям.

13. Рассчитываем глубину проплавления шва, мм:

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

$$h_p = 0,076 \sqrt{\frac{q_n}{\varphi_{пр}}} \quad (12)$$

$$h_p = 0,076 * \sqrt{\frac{26210,4}{3,15}} = 0,076 * \sqrt{8320,7} = 0,076 * 91,2 = 6,4 \text{ мм}$$

Принимаем глубину проплавления равную 6 мм.

14. Рассчитываем ширину сварного шва, мм:

$$l^I = h_p^I * \varphi_{пр} \quad (13)$$

$$l^I = 6,4 * 3,6 = 23,04_{\text{мм}}$$

Таким образом, расчётная ширина сварного шва получилась 23мм, что согласуется с требованиями ГОСТ 8713-79.

Таблица 6 – Режимы сварки под флюсом

Вид сварки	Сварное соединение	d <sub>э.п.</sub> (мм)	I <sub>св</sub> (А)	V <sub>св</sub> (м/ч)	U <sub>д</sub> (В)	L <sub>в</sub> (мм)	V <sub>э.п.</sub> (мм/с)
Под флюсом	С 7 ГОСТ 8713-79	3	590	29	30	48	19

### ***Расчет режимов сварки кольцевого шва С5 ГОСТ 8713-79***

Для сварки кольцевого шва изделия применяем односторонний стыковой шов без разделки кромок на подкладке по ГОСТ 8713-79. Условное обозначение сварного соединения – С5. Данный шов является наиболее оптимальным для данного изделия т.к. обеспечивает надежную сварку деталей. Толщина металла S-10 мм; величина зазора -b = 4±1,5 мм; ширина шва - e = не более 28 мм; высота усиления - q = 2±1,5 мм.

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

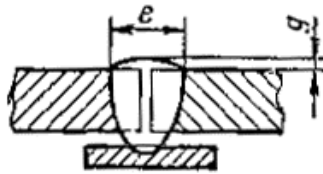


Рисунок 4 -Сварное соединение С5 ГОСТ 8713-79 для сварки кольцевого шва

Расчет параметров режима сварки кольцевого шва проводим аналогично расчетам для продольного шва, приведенным выше.

1. Диаметр электродной проволоки рассчитываем в зависимости от расчетной глубины проплавления, мм:

$$d_{эл.} = (0,29... 1,1)h_p \quad (14)$$

При односторонней сварке в один проход принимают  $h_p = S$ ,  $S$  - толщина свариваемого металла;

$$d_{эл.} = 0,4 * 10 = 4 \text{ мм}$$

2. Расчет сварочного тока при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле (4):

$$I_{св} = \frac{3,14 * 4^2 * 50}{4} = \frac{2770}{4} = 692,5 \text{ А}$$

Расчетный сварочный ток должен находиться в пределах  $I_c = 600... 1000\text{А}$  [4; с.9]. Принимаем величину сварочного тока 690 А.

3. Рассчитываем напряжение по формуле (5)

$$U_d = 22 + 0,02 * 690 = 40 \text{ В}$$

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

Принимаем напряжение на дуге 40 В.

3. Скорость сварки, м/ч, рассчитывается по формуле (6):

$$V_{\text{св}} = \frac{20 * 10^3}{690} = \frac{20000}{690} = 25 \text{ м/ч}$$

Принимаем  $V_{\text{св}} = 25 \text{ м/ч}$

6. Определяем скорость подачи электродной проволоки при сварке по формуле (7), принимая  $F_{\text{н}} \approx 40 \text{ мм}^2$

$$V_{\text{пп}} = \frac{7,07 * 40 * 4}{3,14 * 4^2} = \frac{1131,2}{50,24} = 22,51 \text{ мм/с}$$

Принимаем  $V_{\text{пп}} = 22,51 \text{ мм/с} = 81 \text{ м/ч}$

7. Проводим расчет вылета электродной проволоки по формуле (8), мм:

$$l_{\text{в}} = 10 * 4 + 2 * 4 = 40 + 8 = 48 \text{ мм}$$

8. Высота слоя флюса выбирается в зависимости от силы сварочного тока из таблицы 5.

Примем высоту слоя флюса равной 45мм.

9. Рассчитываем коэффициент расплавления  $\alpha_{\text{р}}$ , обуславливаемый тепловложением дуги, при сварке на постоянном токе прямой полярности, по формуле (9):

$$\alpha_{\text{р}} = 6,3 + \frac{70,2 * 10^{-3} * 690}{5^{1,035}} = 6,3 + \frac{68,86}{5,28} = 6,3 + 13,04 = 19,34 \text{ г/А * ч}$$

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

Коэффициент расплавления равен 19г/А\*ч.

Произведем расчет геометрических размеров сварного шва на основе данных произведенных выше.

10. Рассчитываем величину погонной энергии сварки по формуле (10):

$$q_{п} = \frac{36 * 690 * 40 * 0,85}{25,48} = \frac{1260781,2}{25,48} = 49481,1 \text{ Дж/см}$$

12. Рассчитываем коэффициент формы проплавления по формуле (11):

$$\varphi_{пр} = \frac{2,82}{50^{0,1925}} * (19 - 0,01 * 690) * \frac{4 * 40}{690} = \frac{2,82}{2,12} * 1,92 = 2,56$$

Принимаем  $\varphi_{пр} = 2,6$ .

При плотности тока менее 120 А/мм<sup>2</sup>, оптимальное значение  $\varphi_{пр}$  равно 0,8-

4. При меньших значениях коэффициента формы проплавления будут получаться швы, склонные к образованию горячих трещин, при больших – слишком широкие швы с малой глубиной проплавления, что не рационально с точки зрения использования теплоты дуги и приводит к повышенным деформациям.

13. Рассчитываем глубину проплавления шва по формуле (12):

$$h_{пр} = 0,076 * \sqrt{\frac{49481,2}{2,56}} = 0,076 * \sqrt{19216,2} = 10,2 \text{ мм}$$

Принимаем глубину проплавления, равную 10 мм.

14. Рассчитываем ширину сварного шва по формуле (13):

$$l' = 10,2 * 2,6 = 26,9 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

Таким образом, расчётная ширина сварного шва равна 27мм, что согласуется с требованиями ГОСТ 8713-79.

Таблица 7-Режимы сварки кольцевого шва на подкладке

Вид сварки	Сварочное соединение	d <sub>э.п.</sub> (мм)	I <sub>св</sub> (А)	V <sub>св</sub> (м/ч)	U <sub>д</sub> (В)	L <sub>в</sub> (мм)	V <sub>э.п.</sub> (мм/с)
Под слоем флюса	С 5 ГОСТ 8713-79	4	690	25	40	60	22

### 1.8 Выбор сварочного оборудования

Для сварки применяем сварочный автомат АДФ-1005 Урал. Трактор сварочный однодуговой, 1х1000А, ПВ-100%, 0 3,2-5 мм, микропроцессорный блок управления, независимая регулировка скоростей подачи проволоки и скорости перемещения трактора, цифровая индикация параметров сварочного режима, хранение настроенных режимов в памяти блока управления. АДФ-1005 Урал предназначен для автоматической сварки и наплавки на постоянном токе стальной электродной проволокой под слоем флюса изделий из малоуглеродистой стали. Трактор представляет собой самоходное устройство, в котором подача сварочной проволоки, перемещение, и защита дуги происходит автоматически по определенной программе. Трактор производит сварку соединений встык с разделкой и без разделки кромок, угловых швов наклонным электродом, а также нахлесточных швов.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		23





Рисунок 5 - АДФ-1005 Урал

Конструктивные особенности АДФ-1005 Урал:

Микропроцессорный блок управления;

Независимые приводы подачи проволоки и перемещения тележки;

Плавная регулировка сварочного напряжения источника;

Плавная регулировка скорости подачи электродной проволоки (сварочного тока);

Плавная регулировка скорости перемещения тележки (скорости сварки);

Стабилизация скорости сварки и скорости подачи проволоки;

Цифровая индикация величины сварочного тока и напряжения, скорости сварки и скорости подачи проволоки;

Предварительная (до сварки) установка сварочного режима;

Память настроенных режимов;

Возможность сцепления и расцепления колес с приводом с помощью муфты.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

Таблица 8 - Технические характеристики автомата сварочного автомата АДФ-1005Урал

Номинальный сварочный ток дуги, А	1000
Номинальный режим работы ПН, %	100
Диаметр электродной проволоки, мм	3,2...5
Диапазон регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/мин	0,3...3,0
Диапазон регулирования скорости сварки, м/мин	0,1...2
Напряжение питания переменного тока частотой 50Гц, В	ПО
Потребляемая мощность, не более, Вт	520
Масса трактора без электродной проволоки и флюса, кг	54
Номинальный сварочный ток дуги, А	1000

Трактор работает от источников ВДУ-1250. Выпрямитель сварочный ВДУ-1250 в комплекте со сварочным трактором предназначен для автоматической сварки под флюсом изделий из сталей.

Также может быть использован для воздушно-дуговой резки или строжки угольным электродом.



Рисунок 6 – ВДУ - 1250

Универсальный выпрямитель ВДУ-1250 является полупроводниковым тиристорным выпрямителем. Обладает двумя видами жестких внешних характеристик для сварки и наплавки под слоем флюса.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		25

Универсальный сварочный выпрямитель ВДУ-1250 имеет следующие основные технические решения:

- возможность местного и дистанционного регулирования сварочных параметров;
- наличие тепловой защиты трансформатора от перегрузки;
- медные обмотки трансформатора;
- класс изоляции Н;
- принудительное охлаждение

Таблица 9 - Технические характеристики выпрямителя сварочного ВДУ-1250

Напряжение питающей сети, В	3x380
Номинальный сварочный ток, А (ПВ%)	1250(100)
Пределы регулирования сварочного тока,	250-1250
Номинальное рабочее напряжение, В	44
Напряжение холостого хода, В	55
Потребляемая мощность, кВА	73
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	790x610x1410
Масса, кг	520

Для сварки используем сварочный подвесной самоходный аппарат А-1416 (рисунок 7). Технические характеристики приведены в таблице 10. Конструкция подвесной сварочной головке показана на рисунке 7.



Рисунок 7 – Самоходный сварочный подвесной автомат А-1416

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДП 44.03.04. 018 ПЗ					

Таблица 10– Технические характеристики А-1416 с ВДУ 1202

Номинальное напряжение сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	1000
Диапазон регулирования сварочного тока, А	250÷1250
Количество электродов, шт	1
Диаметр сплошной электродной проволоки, мм	1,2÷2,0 2,0÷5,0
Пределы ступенчатого регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	47÷509
Диапазон ступенчатого регулирования скорости сварки, м/ч	12÷120
Вертикальное перемещение сварочной головки: ход, мм; скорость, м/ч	250; 29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: ход, мм; скорость, м/ч	±75; от руки
Регулировка угла наклона электрода (мундштука), град	±25; ручное
Маршевая скорость перемещения сварочной головки, м/ч	950
Флюсоаппаратура: объем дм <sup>3</sup> ; расход воздуха м <sup>3</sup> /ч; высота всасывания флюса, м	25; 30; 2
Масса, кг	320÷295
Габаритные размеры, мм	960×860×1860

Для установки прихваток в проекте используем п/аLORCH P 4500



Рисунок 8 - п/аLORCH P 4500

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		27

Таблица 11 – Технические характеристики п/аLORCH P 4500

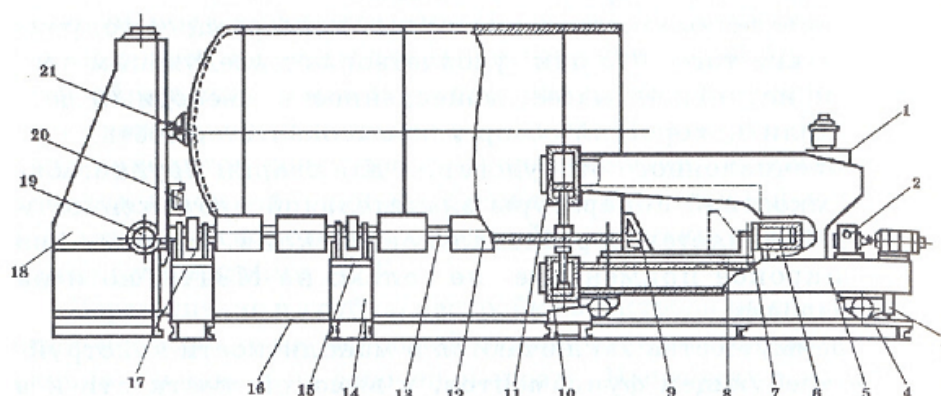
Характеристика	Показатель
Сварочный ток (MIG/MAG), А	30-450
Сварочный ток при ПВ 100%, А	360
Сварочный ток при ПВ 60%, А	400
ПВ при максимальном токе, %	30
Сетевое напряжение, В	3~400
Допустимый перепад сети, %	±15
Сетевой предохранитель инерционный, А	32
Габаритные размеры источника (Д*Ш*В), мм	1116*463*812
Габаритные размеры источника с подающим механизмом (Д*Ш*В), мм	1116*445*855
Масса источника, с газовым охлаждением, кг	97.3
Масса подающего механизма, кг	20.2
Масса блока охлаждения (для аппаратов с водяным охлаждением), кг	14.7

В качестве оснастки технологического процесса применяем сварочное оборудование. Установка проста и технологична в изготовлении, надежна в эксплуатации, обеспечивает достаточно высокий уровень механизации труда и высокое качество продукции. Она не только легко переналаживается в зависимости от диаметра корпуса, но и может быть перекомпонована по длине путем изменения количества секций роликового стенда.

Процесс сборки корпуса начинается с установки электромостовым краном вертикально закрепленного на крюке днища на ролики 12 и опору 21, смонтированную на упоре 18. Затем вплотную к днищу на ролики 12 устанавливается обечайка. Включается привод 2, и гидроскоба по рельсовому пути 16 перемещается в зону стыковки днища с обечайкой. Предварительно установленный в направляющей 8 в соответствии с шириной, стыкуемой обечайки упор 9 под

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		28

воздействием толкающего гидроцилиндра 6 плотно сжимает стыкуемые изделия в горизонтальной плоскости, а стыковочные гидроцилиндры 10, 11 обеспечивают совмещение кромок, стыкуемых элементов в вертикальной плоскости по толщине. Сборка производится на прихватках. Затем незначительно разводят штоки стыковочных гидроцилиндров и на роликах проворачивают собираемый узел на некоторый угол. Совмещают стык и ставят следующую прихватку, и так переходы повторяются до окончательной сборки стыка. Затем скобу отводят вправо и устанавливают впритык обечайку.



1—насосная станция; 2—привод; 3, 9, 18—упоры; 4—колесо; 5—гидроскоба; 6—толкающий гидроцилиндр; 7—ползун; 8—направляющая; 10, 11—стыковочные гидроцилиндры; 12—ролик; 13—промежуточный вал; 14—роликовый стенд; 15—секция опор (приводная опора); 16—рельсовый путь; 17—рычаг; 19—маховик; 20—опора для обечайки; 21—опора для днища

Рисунок 9—Установка для сборки цистерны

### Вспомогательное оборудование.

Велосипедная тележка с балконом ВТ-3

Техническая характеристика ВТ-3

Длина	4300 мм
Ширина	3600 мм
Высота	7000 мм
Масса	5300 кг
Высота уровня сварки	2200- 4800 мм
Скорость передвижения тележки	11 м/ч

## Роликовый стенд для сборочных работ Т-60М

Вращение цилиндрических, конических и сферических изделий с определенной скоростью при сборке и сварке продольных и кольцевых швов в изделиях осуществляют на роликовых стендах. Эти же стенды могут быть использованы для установки изделия в удобное положение при контрольных и отделочных операциях.

Выбор того или иного стенда определяется размерами, массой и конструктивными особенностями изготавливаемой обечайки.

В тех случаях, когда требуется вращать аппараты или их обечайки с выступающими наружу люками, штуцерами или другими конструктивными элементами, используют стенды с приводными роликоопорами, расположенными с двух сторон относительно продольной оси стенда и сочлененными между собой поперечными соединительными валами.

Приводные роликоопоры обычно объединяют с редуктором привода.

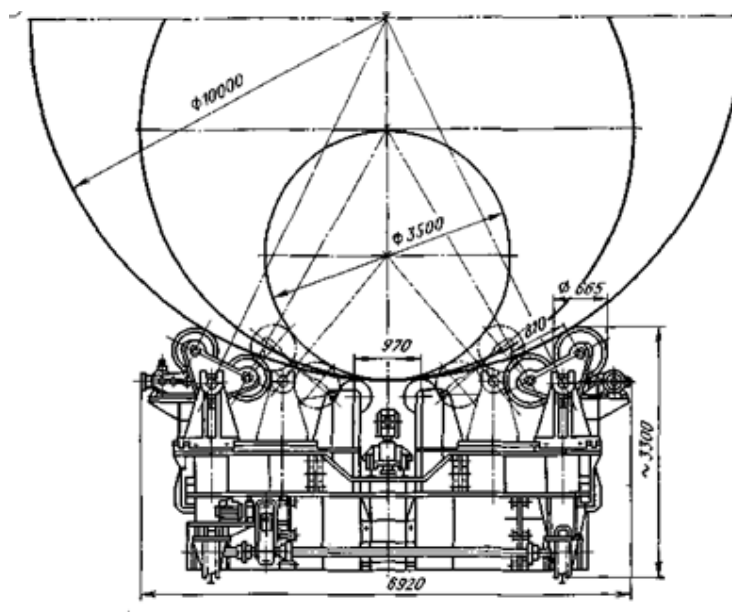


Рисунок 10 - Роликовый стенд Т- 60М

Техническая характеристика:

Грузоподъемность, тс 60000

Рабочая скорость, м/год 8-130

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

Маршевая скорость, м/час	130
Диаметр ролика, мм	510
Габариты роликоопоры, мм	800x900x1150
Вес приводной роликоопоры, кг	1085
Вес холостой роликоопоры, кг	840
Масса привода, кг	621

## 1.9 Контроль качества сварных швов

### 1.9.1 Возможные дефекты изделия

Дефекты – несоответствие изделия нормативно-технической документации. Дефекты снижают механические и другие свойства сварных соединений, наплавленных и напылённых слоёв, ухудшают внешний (товарный) вид изделий.

В данной конструкции могут наблюдаться следующие дефекты: трещины, непровары, подрезы, поры, включения (металлические, оксидные), плохая форма сварного шва и наплавленного валика.

Трещины изображенные на рисунке 6 образуются в результате возникновения напряжений, превышающих временное сопротивление (предел прочности) металла в макро- и микрообъёмах.



Рисунок 11 – Трещины сварного шва

Это макро- и микротрещины. Они считаются наиболее опасным видом дефектов, так как повышают концентрацию напряжений. Такие трещины могут возникать в процессе сварки, непосредственно после сварки, а также во время эксплуатации сварной или наплавленной конструкции. Участки сварного шва и

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31



наплавленного слоя с трещинами удаляют механической обработкой или поверхностной термической резкой (строжкой) и заваривают повторно.

Непровары изображенные на рисунке 12 образуются вследствие несплавления наплавленного металла с основным или незаполнения расчетного сечения. Оба вида несплошностей являются концентраторами напряжений. Непровары возникают при нестабильном режиме сварки, при плохой обработке кромок деталей перед сваркой.

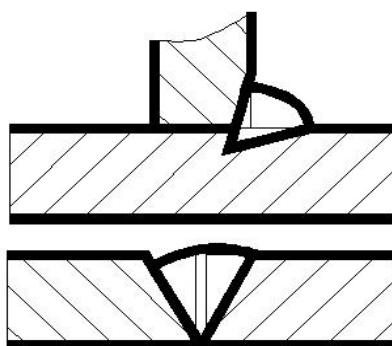


Рисунок 12 – Непровары сварного шва

Подрезы - углубления на поверхности основного металла, расположенные вдоль шва. Эти дефекты уменьшают рабочее сечение швов, служат концентраторами напряжений. Причиной их возникновения является сварка на повышенном токе при больших скоростях, а также на повышенном напряжении.

Поры – представленные на рисунке 13 полости в шве, заполненные газами.

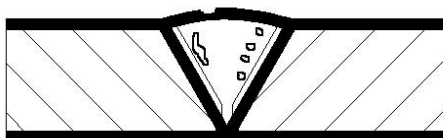


Рисунок 13 – Поры сварного шва

Эти дефекты возникают при перенасыщении сварочной ванны оксидом углерода, азотом, водородом, что возможно вследствие высокой скорости сварки,

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

удлинения дуги при повышенном напряжении, наличии загрязнений на поверхности основного металла, увлажнения сварочных материалов, наличия примесей (СО, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>) в защитных газах. Поры снижают герметичность и рабочее сечение сварных швов, поэтому дефектную часть шва удаляют механической обработкой или поверхностной термической резкой, а затем заваривают этот участок повторно.

К дефектам формы сварных швов и наплавленных валиков относятся следующие: неравномерная высота и ширина, бугры, седловины, неравномерная высота катетов в тавровых швах. Эти дефекты могут возникать из-за отступлений от технологии или неисправности оборудования при автоматической сварке и наплавке.

К дефектам относится несоответствие химического состава, макро- и микроструктуры, механических и других свойств требованиям нормативно-технической документации (техническим условиям, чертежам, стандартам).

### 1.9.2 Технология контроля

При выборе методов контроля в процессе заготовки, сборки и сварки сварных конструкций необходимо принять такие методы контроля за качеством выпускаемой продукции, которые обеспечили бы требования технических условий на изготовление сварных конструкций.

Определение объема и методов контроля находится в прямой зависимости от технологии производства, степени его освоения, ответственности конструкции и типа производства.

Практика показала, что высокое качество сварных конструкций может быть обеспечено при условии строгого соблюдения пооперационного контроля, при этом контрольные операции разделяются на три этапа.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

1. Предварительный контроль перед сваркой, включающий проверку исходных материалов, применяемых для изготовления изделия, проверку сварочного оборудования, оснастки, инструментов, квалификации сварщиков и т.д.

2. Контроль в процессе производства с целью проверки правильности изготовления, сборки, соблюдение технологических режимов, размеров и качества сварных швов, последовательности их наложения и др.

3. Контроль готовой продукции — приемо-сдаточные испытания.

Контроль на первых двух этапах позволяет предупредить брак и тем самым выполнить основную задачу технического контроля.

До начала изготовления сварных конструкций должны быть тщательно проверены все применяемые материалы. Основной материал, его химический состав, механические свойства и свариваемость, качество электродов, сварочной проволоки подвергаются проверке в том случае, если на указанные материалы нет сертификатов, технических условий или сварочные свойства основного металла недостаточно изучены, а также в тех случаях, когда это оговаривается в технических условиях на изготовление изделия.

Готовое изделие проверяется в соответствии с техническими условиями и чертежами, а также путем проведения предусмотренных испытаний. При хорошо организованном предварительном и пооперационном контроле в процессе изготовления качество готовых изделий, как правило, будет обеспечено.

#### *Предварительный контроль*

До запуска в производство все сварочные материалы должны быть подвергнуты контролю внешним осмотром для выявления наружных дефектов.

На все материалы необходимо иметь сертификаты заводов-поставщиков. Данные сертификатов или результаты заводских испытаний заносятся ОТК цеха. Кроме того, необходимо проверить наличие у сварщиков удостоверений на право выполнения ответственных работ.

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

### *Контроль в процессе производства*

Все детали и сварные узлы основания крана должны быть изготовлены в соответствии с чертежом. Все отступления от чертежа и технических условий в реальных условиях производства должны быть оформлены картой разрешения на отклонение по установленной форме.

Изготовление цистерны должно производиться в соответствии с разработанным технологическим процессом и с осуществлением пооперационного контроля за качеством изготовления. Собранные узлы должны быть предъявлены ОТК цеха.

Перед предъявлением готового изделия ОТК должна быть произведена тщательная очистка сварных швов.

### *Контроль готовой продукции*

При приемке изделия проверяется соответствие чертежным размерам и допускам, качество сварных швов. Проверка качества сварных швов производится:

1) в процессе изготовления наблюдением ОТК за правильным выполнением сварочных работ;

2) по наружному осмотру; при этом проверяется отсутствие на швах шлаковых покровов, подрезов больше 0,5 мм глубиной, трещин, пористости и др.

Допускается отклонение размеров швов от заданных чертежом в пределах + 2 мм.

3) подвергнуть ультразвуковому контролю продольные и круговые швы не менее 100% длины.

### 1.9.3 Описание и технические характеристики приборов

Ультразвуковой контроль качества. Ультразвуком называются упругие волны с частотой колебаний от 20 кГц до 1 ГГц, распространяющиеся в газах, жидкостях и твёрдых телах. Высокая частота и малая длина волны определяют возможность распространения, отражения, преломления, поглощения, рассеяния, дифракции и интерференции ультразвука.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

Для генерации ультразвука применяют разнообразные устройства, которые можно объединить в две группы – механические и электромеханические. Наибольшее распространение получили электромеханические излучатели, преобразующие электрические колебания в механические.

Вследствие обратимости пьезоэффекта пьезоэлектрические преобразователи используют и для приёма ультразвука.

Ультразвуковой контроль заключается в следующем. В материальную среду вводится ультразвук (зондирующий сигнал). Достигнув поверхности дефекта, ультразвуковая волна отражается (эхо-сигнал), поскольку эта поверхность является границей раздела двух сред с различными акустическими свойствами. Эхо сигнал регистрируется.

Наиболее высокая разрешающая способность ультразвукового контроля достигается при минимальной длине волны, поскольку волны отражаются от дефекта при условии, если его размеры будут большими, чем длина волны. Минимальная длина волны соответствует минимальной скорости её распространения в данной среде:

$$\lambda = c / f , \quad (15)$$

где  $\lambda$  –длина волны;  $c$  - скорость распространения волны;

$f$  – частота колебаний.

Поперечные волны имеют меньшую скорость распространения, чем продольные. Отсюда можно сделать вывод, что для обеспечения максимальной разрешающей способности, т.е. для регистрации минимальных дефектов, целесообразно вести контроль поперечными, а не продольными волнами.

Поперечные волны возбуждаются только в твёрдых телах. Такие волны можно получить, если ультразвук вводить в сталь под углом падения от  $30^0$  до  $61^0$ .

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

Получили распространение следующие методы: эхо-метод, теневой, зеркально-теневой, эхо-теневой.

Стыковые соединения проверяют наклонными и раздельно-совмещёнными искателями по следующим схемам:

- прямым лучом наклонного искателя со стороны привариваемой детали и раздельно-совмещённым искателем со стороны основной детали, если толщина привариваемой детали не меньше 20 мм;

- прямым лучом наклонного искателя с двух сторон привариваемой детали или прямым и один раз отражённым лучом с одной стороны привариваемой детали при отсутствии доступа со стороны основной детали;

- прямым лучом наклонного искателя и раздельно-совмещённым искателем при отсутствии доступа со стороны привариваемой детали, если ее толщина не менее 20 мм.

Нахлесточные сварные соединения контролируют однократно отражённым лучом наклонного совмещённого искателя.

Во время контроля осуществляется перемещение искателя относительно сварного шва.

К дефектоскопам прилагаются искатели наклонные, прямые и кроме того, раздельно совмещённые. В призматических искательных головках пластина пьезоэлемента расположена под углом к поверхности контролируемого изделия. В связи с этим ультразвук вводится также под углом и поэтому можно осуществлять контроль в местах, не доступных для других искателей.

Для контроля сварных соединений будем использовать ультразвуковой дефектоскоп ДУК-13ИМ. Он предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, готовых изделий, полуфабрикатов и сварных (паяных) соединений, измерения глубины и координат залегания дефектов, измерения отношений амплитуд сигналов, отражённых от дефектов. Основные технические характеристики дефектоскопа в таблице 12.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

Таблица 12 – Основные технические характеристики дефектоскопа ДУК-13ИМ

Показатель	Характеристика
Максимальная глубина прозвучивания, мм	60
Рабочие температуры, с	0...+40
Питание дефектоскопа, В	36,220
Потребляемая мощность, Вт	20,65
Частота, Гц	50
Время непрерывной работы от батареи, ч	не менее 8
Масса дефектоскопа, кг	4
Габаритные размеры (без ручки), мм	110x223x274

### 1.10 Технологический процесс сборки и сварки изделия «Цистерна»

Автоматическую сварку продольных швов выполнять сваркой под флюсом проволокой Св-08А диаметром 4 мм. Дефектные участки сварного шва длиной до 5% от длины сварного шва допускается удалять воздушно-дуговой резкой угловыми электродами СК диаметром 8 мм ГОСТ 101720-75 с последующим удалением науглероженного слоя металла на глубину не менее 2 мм механической обработкой. При большей длине дефектного участка сварного шва исправление дефектов выполняется по технологии к акту на брак.

Таблица 13 - Последовательность операций

№	Операция	Оборудование	Режимы, сварочные материалы
1	2	3	4
51	Комплектовка материала		Лист - 4 шт., днище – 2 шт
2	Сборка	Сборочный стенд	
3	Сварка продольных швов с одной стороны	Автомат АДФ - 1005 Урал; трансформатор ВДУ -1250	Проволока Св-08А $\phi$ -3мм; флюс-ОСЦ45; $I_{св}=590А$ ; $U_{д}=30В$ ; $V_{св}=29 м/ч$ ; $V_{пп}=68м/ч$ ;
4	Контрольная	Визуально измерительный контроль	Не допускаются: трещины, подрезы, поры
5	Переворот листов для сварки продольных швов со второй стороны	Мостовой кран магнитными захватами	

Окончание таблицы 13

1	2	3	4
6	Сварка продольных швов вторым проходом	Автомат АДФ - 1005 Урал; трансформатор ВДУ -1250	Проволока Св-08А $\varnothing$ 3мм; флюс-ОСЦ45; $I_{св}=590А$ ; $U_{д}=30В$ ; $V_{св}=29$ м/ч; $V_{пп}=68$ м/ч;
7	контрольная	Визуально измерительный контроль	Не допускаются: трещины, подрезы, поры
8	Транспортировочная	Станок для вальцевания сваренных листов в цилиндр	
9	Сборка-сварка	Стенд сборки сварки продольного шва	Проволока Св-08А $\varnothing$ 3мм; флюс-ОСЦ45; $I_{св}=590А$ ; $U_{д}=30В$ ; $V_{св}= 29$ м/ч; $V_{пп}=68$ м/ч;
10	контрольная	Визуально измерительный контроль	Не допускаются: трещины, подрезы, поры
11	транспортировочная	Станок для сверления отверстия под горловину и торцевание кромок цилиндра	
12	Сборка-сварка кольцевых швов	Стенд сборки - сварки цилиндра с днищами	Проволока Св-08А $\varnothing$ 5мм; флюс-ОСЦ45; $I_{св}=690А$ ; $U_{д}=40В$ ; $V_{св}=25,5$ м/ч; $V_{пп}=81$ м/ч;
13	контрольная	ультразвуковой дефектоскоп ДУК-13ИМ.	Не допускаются: трещины, подрезы, поры

В технологическом разделе сделано обоснование выбора материала цистерны, выбор способа сварки. Произведен расчет параметров режима сварки изделия, разработана технологическая схема сборки и сварки емкости, а также осуществлен подбор оборудования.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39



## 2 Методический раздел

В технологической части разработанного дипломного проекта разработана технология сборки и сварки цистерны. В процессе разработки предложена замена ручной дуговой сварки резервуара на автоматическую сварку под флюсом. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использовать сварочного автомата для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд)», 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

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40

работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

– образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;

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

## 2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

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

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

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением РДС.

В таблице 14 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й уровень) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

Таблица 14 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая 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	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением цистерны	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для сварки под флюсом.
Необходимые умения:	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением цистерны	Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку. Применять сборочные приспособления для сборки и сварки под флюсом
Необходимые знания	Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.	Основные 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. <i>Сварочные автоматы для свар-</i>

ки под флюсом

Окончание таблицы 14

1	2	3
<i>Другие характеристики:</i>	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: механизированная сварка цистерны	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом цистерны
<i>Характеристики выполняемых работ:</i>	прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций типа цистерна	

*Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й уровень)» 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.

*Сварочные автоматы для сварки под флюсом*

Необходимые умения:

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

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

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

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

– Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки давлением

– Требования к подготовке конструкции под сварку

– Технология полностью механизированной и автоматической сварки давлением

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

– Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

– Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки.

– Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

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

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

## 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 15. Продолжительность обучения 3 месяц.

Таблица 15 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Кол-во часов
1	2	3
1.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	60
1.1	Экономический курс. Основы рыночной экономики и предпринимательства	6
1.2	Материаловедение	6
1.3	Электротехника с основами промышленной электроники и электрооборудование	4
1.4.	Допуски и технические измерения	4
1.5.	Специальная технология:	40

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

## Окончание таблицы 15

1	2	3
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	100
2.1	Ознакомление с устройством автоматов, газовой аппаратурой, режимами и приемами сварки и наплавки, инструктаж по организации рабочего места и техника безопасности.	6
2.2	Подготовка автоматов к работе, присоединение аппаратуры.	6
2.3	Упражнения в применении автоматов без включения сварочного тока и защитного газа. Регулирование подачи сварной проволоки.	6
2.4	Сварка прямолинейных швов автоматами, наплавка валиков в нижнем положении.	6
2.5	Многослойная наплавка	8
2.6	Сварка прямолинейных и кольцевых швов с самостоятельными подборками и установкой режима	12
2.7	Сварка пластин в стык в нижнем и вертикальном положениях сварного шва	8
2.8	Сварка прямолинейных угловых швов	12
2.9	Сварка кольцевых швов с поворотом свариваемых деталей	12
2.10	Комплексные работы	12
	КОНСУЛЬТАЦИИ	4
	КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ	8
	Итого:	160

Тематический план по предмету «Специальная технология» подготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Таблица 16 – Тематический план по предмету «Специальная технология» подготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

Номер раздела	Наименование разделов	Кол-во часов
1	Оборудование для автоматической сварки под слоем флюса	8
2	Сварочные материалы	5
3	Сварные конструкции	10
4	Технология автоматической сварки	8
5	Механизация и автоматизация сварочного производства	8
6	Охрана труда	1
	Итого:	40

Проблема, решаемая в методической части дипломного проекта, состоит в разработке структуры и содержания программы обучения по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением». Поэтому, в методической части дипломного проекта будут рассмотрены вопросы организации обучения высококвал-

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

лифицированных рабочих в специально создаваемых структурах в настоящее время – центрах обучения персонала.

#### 2.4 Разработка плана и плана-конспекта урока теоретического обучения по изучению устройства сварочных автоматов

Тема программы: Технология и оборудование автоматической сварки под флюсом

Тема урока: «Оборудование автоматической сварки под флюсом. Сварочный трактор АДФ-1005 Урал»

Цели урока:

Образовательная

- сформировать у обучающихся знания об оборудовании для автоматической сварки под флюсом.
- сформировать знания требований автоматической сварки

Воспитательная

- формировать уважение к профессии сварщика.
- воспитывать аккуратность, трудолюбие, дисциплинированность.

Развивающая

- развивать познавательную активность обучающихся.

Тип урока: комбинированный.

Методы проведения урока: рассказ, беседа, демонстрация, иллюстрация, упражнения

Учебно-материальное оснащение: плакат «Сварочный автомат АДФ – 1005 Урал»

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04. 018 ПЗ

Лист

47



Таблица 17 – План – конспект урока

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Методика действия и приемы
1	2	3
Организационный этап 3 мин.	Здравствуйте. Прекратите разговоры, и проведем перекличку	Взаимное приветствие педагога и обучающихся, проверка отсутствующих
Мотивация 2 мин.	Изучаемая сегодня тема является базовой для вашей работы, обратите на это внимание, смотрите, слушайте, записывайте и запомните. Помните, что только подготовленный квалифицированный рабочий может найти свое место в жизни	Объяснить требования к работе на уроке (методика создания рабочего настроения, дисциплины, доброжелательного отношения к учебе).
Проверка домашнего задания 15 мин.	<p>«Сегодня мы займемся изучением оборудованием автоматической сварки</p> <p>Вопрос 1. Какие виды сварки металлов вообще вы уже знаете. Ответ: газовая, ручная дуговая, контактная.</p> <p>Вопрос 2. Какие способы восстановления деталей машин с увеличением поперечного размера можете предложить? Ответ: Наплавка</p> <p>Вопрос 3. Что такое сварочная дуга? Ответ: Направленный поток ионизированных частиц, разогревающих сварочную ванну.</p> <p>Вопрос 4. Для чего применяется дуговая сварка? Ответ – для сварки металлов преимущественно стали</p> <p>Вопрос 5 С помощью каких устройств осуществляются процессы дуговой сварки Ответ С помощью сварочных трансформаторов</p> <p>А также применяются электроды сварочные.</p>	<p>Перейти к актуализации опорных знаний. Проводить устный фронтальный опрос.</p> <p>Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах.</p> <p>После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся.</p> <p>Наблюдать и фиксировать, кто и как отвечает на вопросы. Оценить самостоятельность, подсказывание, подглядывание, активность и пассивность.</p>

Продолжение таблицы 17

1	2	3
<p>Сообщение нового материала 40 мин.</p>	<p>Основные сведения Сварка в серийном производстве основном автоматический или полуавтоматический процесс. Вид автоматической сварки обеспечивает высокую производительность (до 40 кг в час) и качество сварного шва. Для этого процесса следует правильно выбрать напряжение и скорость подачи электрода. Значение этих параметров должно обеспечивать горение дуги под слоем флюса или в среде защитного газа, но в то же время на определенной высоте над основным металлом. При автоматической сварке механизированы все основные рабочие движения и операции: возбуждение и поддержание горения дуги, подача электрода, перемещение электрода вдоль свариваемых кромок со скоростью сварки, защита дуги и сварочной ванны от действия воздуха (по необходимости), колебательные движения электрода (по необходимости), прекращение процесса сварки и заварка кратера в конце шва и пр. В связи с этим различают инструмент и приспособления для ручной сварки, сварочный полуавтомат или автомат (самоходная или подвесная головка), станок и установку для полуавтоматической или автоматической сварки. Сварочный автомат АДФ-1005 Урал предназначен для дуговой сварки под флюсом постоянным током 300 - 1200 А электродной проволокой диаметром 3-6 мм. В комплект автомата АДФ-1005 входят сварочный трактор, шкаф распределительного устройства и сварочный преобразователь ПС-1000.</p> <div data-bbox="625 1653 895 1917" data-label="Image"> </div> <p>Плакат «АДФ-1005 Урал»</p>	<p>Акцентировать внимание учащихся на важности темы, повысить внимание и заинтересованность. Во время объяснения нового материала проходить по аудитории и обращать внимание на то. Чем занимаются обучающиеся, слушают внимательно, не отвлекаются.</p> <p>При рассказе стоять в стороне от плаката и указкой показывать сущность процесса.</p> <p>Используем плакат «Автоматическая сварка: сварочный автомат» для демонстрации процессов сварки плавящимся электродом и физики процесса сварки.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

1	2	3
	<p>Конструкция сварочного трактора АДФ-1005 идентична конструкции трактора автомата АДС-1000-21, за исключением установки на пульте амперметра и вольтметра для измерения постоянного тока. Шкаф управления</p> <p>Оборудование</p> <p>Сварочной установкой называется комплекс, в состав которого входит следующее оборудование: а) электросварочное - сварочный аппарат, источник сварочного тока, аппаратура регулирования и контроля сварочного процесса; б) механическое – устройства и механизмы для крепления сварочного аппарата и движения его или изделия в заданном направлении, устройства для размещения и перемещения сварщиков, а также аппаратура контроля и регулирования; в) вспомогательное – флюсовая и газовая аппаратура, токоподводы, устройства и механизмы для зачистки места под сварку, устройства и механизмы для очистки шва и прилегающей зоны изделия от шлаковой корки и брызг металла, устройство для очистки зоны обслуживания от пыли и вредных газов.</p> <p>Эффективность применения механизированной сварки зависит от совершенства сварочного оборудования и аппаратуры, для развития которых рекомендуется обеспечить: а) максимальную механизацию и автоматизацию технологического цикла сварки; б) максимальную производительность и эффективность сварки, в том числе применение сварки одного или нескольких швов одновременно несколькими головками (так называемая многоголовачная сварка); в) применение программного управления для автоматизации сварочных операций; г) соблюдение эргономических и эстетических требований к оборудованию.</p>	<p>Акцентируется внимание на плакате «Сварочный автомат АДФ – 1005»</p> <p>Записать основные показатели и требования эффективности процесса автоматической сварки</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 17

1	2	3
	<p>Общие требования для автоматической сварки. Для автоматической сварки плавящимся электродом, предъявляется ряд общих требований:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обеспечение стабильности горения дуги и процесса сварки;</li> <li>2. Получение заданного химического состава металла сварных швов и их свойств;</li> <li>3. Обеспечение хорошего формирования металла и шлаков;</li> <li>4. Получение швов без трещин, с минимальным количеством шлаковых включений и пористостью;</li> <li>5. Легкая отделяемость шлаковой корки от поверхности швов.</li> </ol> <p>Решение этих задач связано с состав свариваемого металла и применяемой электродной проволоки. В связи с этим применяют и разнообразные флюсы. Иногда при режимах дуговой сварки под флюсом полезно вводить в состав флюсов тонирующие составляющие. Повышение стабильности горения дуги позволяет более широко варьировать режимы сварки и в ряде случаев добиваться лучшего формирования швов.</p> <p>Химический состав металлов швов формируется как за счет основного и электродного металла, так и их химических изменений при сварке, в данном примере, вследствие взаимодействия свариваемых металлов с флюсом. Естественно, что на химический состав металла влияет также степень защиты от воздуха реакционного сварочного пространства. Определяется она как образующимся, в результате горения дуги, шлаковым куполом над реакционной зоной, так и высотой слоя твердых частиц флюса над этой зоной. а сварки.</p>	<p>Рассказываю о требованиях, предъявляемых к автоматической сварке</p> <p>Привести примеры используемых флюсов</p>

Окончание таблицы 17

1	2	3
Заключительная часть 20 минут	<p>Обобщает материал о способах автоматической сварки в виде кратких тезисов. Задает обобщающие вопросы.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность автоматической сварки</li> <li>2. Область автоматической сварки.</li> <li>3. необходимость защиты сварочной ванны.</li> <li>4. Состав рабочего места автоматической сварки.</li> <li>5. Характеристика сварочного автомата АДФ-1005 Урал.</li> <li>6. Основные требования к автоматической сварке</li> <li>8. Сварочные и наплавочные материалы.</li> </ol> <p>Диктует домашнее задание</p>	<p>Выставляются оценки</p> <p>Если есть проблемы в понимании нужно коротко, ясно повторить данные моменты.</p> <p>Домашнее задание надо записать на доске белым мелом</p>

од-  
го-  
тов  
ка,  
пе-  
ре-  
под  
го-  
тов

ка и

повышение квалификации работников в настоящее время должны носить непрерывный характер и проводиться в течение всей трудовой деятельности. Предприятия должны рассматривать затраты на подготовку персонала как инвестиции в основной капитал, которые позволяют наиболее эффективно использовать новейшие технологии.

Подготовка кадров заключается в обучении трудовым навыкам, нужным для качественного выполнения работы. Для эффективности непрерывного обучения нужно, чтобы работники были в нем заинтересованы.

В связи с этим методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем дипломном проекте разработана технология и оборудование для дуговой сварки под слоем флюса «Цистерна».

В дипломном проекте вводится приспособление для автоматической сварки под слоем флюса. Все эти мероприятия приводят к снижению времени на сварку. Таким образом введение в технологический процесс специального оборудования позволяет использовать более высокопроизводительные режимы сварки.

В проекте разработана программа подготовки рабочих на предприятии.

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Николаев, Г.А. Сварка в машиностроении: справочник/ Г.А. Николаев. – М.:Машиностроение, 1978.

Т.1. Справочник - 504 с.,ил.

Т.2. Справочник - 462 с.,ил.

Т.3. Справочник - 567 с.,ил.

Т.4. Справочник - 512 с.,ил.

2 Справочник сварщика/ Под ред. В.В. Степанова. - Изд. 3-е. – М.: Машиностроение, 1975. - 520с.

3 *Акулов, А.И.* Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, В.П. Демянцевич – М.:Машиностроение, 1977. - 431 с.

4 *Катаев, Р.Ф.* Расчет основных параметров режима механизированной дуговой сварки. Екатеринбург, 1992. -36с.

5 *Багрянский, К.В.* Теория сварочных процессов /К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. –Киев: Вища школа, 1976. - 424с.

6 *Бакиев, А.В.* Технология аппаратостроения: учебное пособие. / А.В. Бакиев. - Уфа: УГНТУ, 1995. - 297 с.

7 *Зубенко, А.С.* Марочник сталей и сплавов / М. Колосков. - М.: Машиностроение, 2003. - 784 с.

8 *Кнорозов, Б.В.* Технология металлов / Л.Ф. Усова, А.В Третьяков, Б.В. Кнорозов. - М.: Металлургия, 1978. - 324 с.

9 *Макарова. Э.Л.* Сварка и свариваемые материалы/ Э.Л. Макарова. - М.: Металлургия, 1991. - 528 с.

10 *Куликов, В.П.* Технология сварки плавлением / В.П. Куликов. -Минск: Дизайн ПРО, 2000. - 256 с.

11 *Думов, С.И.* Технология электрической сварки плавлением / С.И. Думов. - М.: Машиностроение, 1987. - 458 с.

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

12 *Потапьевский, А.Г.* Сварка в защитных газах плавящимся электродом / А.Г Потапьевский. - М.: Машиностроение, 1974. - 233 с.

13 *Николаева, Г.А.* Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. т.2 / под ред. Г.А. Николаева. - М.: Машиностроение, 1978.-391с.

14 *Елагин, А.В.* Сварка в среде защитных газов / А.В. Елагин. - М: Машиностроение, 1971. - 263 с.

15 *Методические указания к курсовому проекту по курсу «Оборудование отрасли» / сост. Л.Т. Плаксина, В.И. Панов, С.А. Задорина.* - Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос гос. проф.-пед. ун-т, 2008. - 38 с.

16 *Акулов, А.И.* Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А, Бельчук, В.П. Демянлевич. - М.: Машиностроение, 1977. -432 с.

17 *Промышленноеоборудование. Каталог №5 / Совплим // Промышленное оборудование.* - М.: Дюкон, 2017. - 98 с.

18 *Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под ред. акад. Б.Е. Патона.* – М.: Машиностроение, 1974. - 768 с.

19 *Сорокин, В.Г.* Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова. - М.:Машиностроение, 1989. - 640 с.

20 *Гитлевич, А.Д.* Механизация и автоматизация сварочного, производства / Л.А. Этингоф, А.Д. Гитлевич. - М: Машиностроение, 1979. -280с.

21 *Куркин, С.А.* Технология, механизация и автоматизация при производстве сварных конструкций: атлас / С.А. Куркин. — М.: Машиностроение, 1986. - 327с.

22 *Волченко, В.К* Контроль качества сварки / В.Н. Волченко. -М.: Машиностроение, 1975. - 328 с.

23 *Троицкий, В.А.* Дефекты сварных швов и средства их обнаружения / В.П. Радько, В.Г. Демидко, В.А Троицкий. - Киев: Вища школа, 2003. -1144 с.

24 *П. Куркин, С.А.,* Сварные конструкции / Г.А. Николаев, С.А. Куркин. - М.: Высш.шк., 1991. - 397 с.

					ДП 44.03.04. 018 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55



25 *Беляева, А.П.* Профессионально - педагогическая технология в профессиональных учебных заведениях / АЛ. Беляевой. - СПб.: Высш. шк., 1995.-294 с.

26 *Беспалько, В.П.* Теоретические основы стандартизации образования: Педагогическое обеспечение Государственного стандарта образования: методическое пособие / В. П. Беспалько. - М.: Высш.шк., 1994. - 240 с.

27 *Королёв, Н.В.* Расчёты тепловых процессов при сварке: учебное пособие. / Н.В.Королёв. - Екатеринбург: УГТУ, 1996. - 156с.

28 *Шелтен, А.Ю.* Введение в профессиональную педагогику: учеб. пособие /А.Ю.Шелтен. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1996. – 288 с.

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

30 *ГОСТ 2246-70* Проволока стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011 - Москва. ред. 2011. – 19с.

31 Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. - Электрон.дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 2007. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус, англ.

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

					<i>ДП 44.03.04. 018 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56