

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
«___» _____ 201__ г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КОРПУСА БАРАБАНА МОСТОВОГО КРАНА

Пояснительная записка ВКР
направления подготовки 44.03.04.118 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля Машиностроение и материалобработка
специализации Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 118

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-405С

И.А. Акулов

Руководитель:
доц., канд. техн. наук

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 77 страницах, содержит 18 рисунков, 26 таблиц, 16 формул, 3 чертежа и 3 плаката формата А1, 30 источников литературы.

Ключевые слова: БАРАБАН МОСТОВОГО КРАНА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ, СТАЛЬ СтЗсп, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ.

Акулов И.А. Разработка технологического процесса сборки и сварки корпуса барабана мостового крана: выпускная квалификационная работа / И.А. Акулов: Рос. гос. проф. пед. ун-т, Ин-т инж. - пед образования, Каф. инжиниринга и методики профессионального обучения машиностроения и металлургии. - Екатеринбург, 2019. – 77 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки корпуса барабана мостового крана».
2. Цель работы: разработка технологии и подбор оборудования для изготовления корпуса барабана в условиях сварочного производства.
3. Для разработки процесса автоматической сварки выполнены следующие этапы:
 - разработан технологический процесс согласно расчетам и операциям в соответствии требованиям ЕСТД;
 - скомпонован комплекс типового оборудования, который повысил производительность процесса сварки;
 - оптимизированы режимы сварки для реализации усовершенствованного технологического процесса.
4. Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании технологии изготовления корпуса барабана мостового крана.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		2

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Техническая характеристика изделия.....	8
1.1.1 Назначение изделия и условия эксплуатации.....	8
1.1.2 Характеристика материала.....	9
1.1.3 Свариваемость материала.....	10
1.1.4 Особенности конструкции материала.....	12
1.2 Базовая технология сборки и сварки обечаек.....	12
1.2.1 Заготовительное производство.....	12
1.2.2 Базовый тип сварного соединения.....	13
1.2.3 Сварочные материалы в базовом варианте.....	15
1.2.4 Базовые режимы сварки.....	15
1.2.5 Сварочное оборудование используемое в базовом варианте.....	16
1.2.6 Термообработка.....	18
1.2.7 Неразрушающий контроль.....	19
1.2.8 Механообработка.....	19
1.2.9 Операционное описание технологии применяемое в базовом варианте.....	19
1.2.10 Анализ базовой технологии.....	25
1.2.11 Выбор и обоснование способа автоматической сварки.....	26
1.3 Разработка технологии сварки.....	28
1.3.1 Заготовительное производство.....	28
1.3.2 Выбор типа соединения.....	29
1.3.3 Выбор сварочных материалов.....	31
1.3.4 Сборка обечаек.....	32
1.3.5 Режимы для прихваток.....	33
1.3.6 Расчет режимов для автоматической сварки под флюсом.....	33
1.3.7 После сварочные операции.....	39

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		3

1.3.8 Контрольные операции.....	39
1.3.9 Операционное описание технологии.....	43
1.4 Установка для сварки.....	48
1.4.1 Сварочная колонна.....	49
1.4.2 Стенд роликовый.....	50
1.4.3 Сварочная головка.....	52
1.4.4 Источник питания.....	53
1.4.5 Блок управления.....	56
1.4.6 Система рециркуляции флюса.....	57
1.4.7 Система видео наблюдения.....	58
2 Методическая часть.....	60
2.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	61
2.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	66
2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	67
2.4 Разработка плана - конспекта урока.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75
Приложение А - Лист заданий	
Приложение Б - Операционная карта	

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация технологического процесса производства грузоподъемных машин, и их конструктивных элементов а именно барабанов мостового крана позволяет включить их в поточную линию. Универсальность используемого оборудования позволяет осуществлять составной элемент гибкого автоматизированного производства. Совершенствование процесса изготовления подъемно транспортного оборудования является одной из актуальных задач в настоящее время .

Под автоматизацией производственного процесса понимают оснащение его техническими средствами, обеспечивающими замену или уменьшение в нем ручного труда работой машин и механизмов. При механизированном исполнении технологических операций человек выполняет лишь некоторые вспомогательные действия и управляет средствами механизации. Автоматизация предусматривает освобождение человека от ручного выполнения любых действий в технологическом процессе и непосредственного его управления автоматическими средствами оснащения. В этом случае обслуживающий персонал выполняет функции наладки и наблюдения за правильностью работы технических средств оснащения.

Механизация и автоматизация существенно различаются по своему содержанию, но в то же время имеют тесную взаимосвязь. Автоматизировать можно только высокомеханизированный процесс. Поэтому автоматизация и рассматривается как высшая степень механизации.

Механизация и автоматизация может быть частичной и комплексной. Частичная механизация и автоматизация охватывает часть производственного процесса, т.е. в этом случае речь идет об отдельных операциях. При комплексном решении весь производственный процесс выполняется с помощью машин и механизмов, установленных в порядке последовательности выполнения операций в соответствии с технологическим маршрутом. В сварочном производстве

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

механизация и автоматизация достигаются за счет применения различных приспособлений, специальных сварочных установок, использования робототехники, создания поточных механизированных и автоматизированных линий, на которых механизированными способами осуществляются работы по заготовке, сборке, сварке и транспортировке сварных изделий.

Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки корпуса барабана мостового крана.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса сборки и сварки корпуса барабана мостового крана с использованием автоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления барабана мостового крана;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки корпуса барабана мостового крана;
- 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 барабана мостового крана, включающий автоматическую сварку под флюсом; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства корпуса барабана мостового крана.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

- 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>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 Техническая характеристика изделия

1.1.1 Назначение изделия и условия эксплуатации



Рисунок 1 - Барабан мостового крана

Барабаны на кранах служат для навивки канатов, при помощи которых поднимают и опускают груз. На поверхности барабана имеются спиральные канавки (ручьи), благодаря чему грузовой канат при наматывании ложится правильными рядами. Канавки по ширине делают немного больше диаметра грузового каната, чтобы он ложился свободно и не задевал ее боковых стенок.

Канавки способствуют правильной укладке каната и предотвращают трение между его набегающей ветвью и уже уложенным витком. На одной половине барабана они направлены вправо, а на другой половине — влево. Это необходимо для того, чтобы груз, подвешенный на двух ветвях каната, поднимался и опускался по вертикали без горизонтального перемещения вдоль барабана.

Барабаны изготавливают литыми из чугуна и стали или сварными из листовой стали. Литые барабаны тяжелее сварных на 40—50 %. Все витки каната, навитого на барабан, имеют одинаковый диаметр, что при постоянной угловой скорости барабана позволяет получить постоянную скорость навивки. Крепление

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

каната на барабане должно быть надежным и в то же время удобным для быстрой смены изношенного каната.

Между участками барабана с канавками размещается гладкая часть. Барабан находится постоянно в нагруженном состоянии под действием веса механизмов и поднимаемого груза. При подъеме и опускании, а также при перемещении груза возникают дополнительные нагрузки от действующих сил инерции. Все нагрузки на барабан мостового крана можно разделить на статические и динамические. Статическая нагрузка создается весом поднятого груза. Динамическая нагрузка возникает в процессе разгона и торможения крановых механизмов.

1.1.2 Характеристика материала

Для изготовления данного изделия применяется сталь СтЗсп. Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Применяется для несущих элементов сварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат (5-й категории) — для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках: при толщине проката до 25 мм в интервале температур от —40 до +425 °С; при толщине проката свыше 25 мм — от —20 до +425 °С при условии поставки с гарантируемой свариваемостью.

Таблица 1 - Химический состав в % материала СтЗсп

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.14 - 0.22	0.12 - 0.3	0.4 - 0.65	0.3	0.05	0.04	0.3	0.3	0.08

Таблица 2 - Температура критических точек материала СтЗсп

Ac1 = 735	Ac3(Acm) = 850	Ar3(Arcm) = 835	Ar1 = 680
-----------	----------------	-----------------	-----------

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

Таблица 3 - Технологические свойства материала СтЗсп

Свариваемость:	без ограничений.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

Таблица 4 - Механические свойства при T=20 °C материала СтЗсп

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Поковки	до 100	-	353	175	28	55	640	Нормализация
Поковки	100 - 300	-	353	175	24	50	590	Нормализация
Прокат горячекатан.	до 20	-	370-480	245	26	-	-	Состояние поставки

Механические свойства:

- σ_B – Предел кратковременной прочности, [МПа];
- σ_T – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа];
- δ_5 – Относительное удлинение при разрыве, [%];
- ψ – Относительное сужение, [%];
- KCU – Ударная вязкость, [кДж / м²].

1.1.3 Свариваемость металла

Свариваемостью называется сочетание технологических свойств металлов и сплавов, дающих возможность образовывать в процессе сварки или наплавки соединения и слои, которые по своим свойствам не уступают свойствам материала восстанавливаемого изделия. Более всего на свариваемость оказывают влияние химический состав сплава, фазовая структура и ее изменения в процессе нагрева и охлаждения, физико-химические и механические свойства, активность реакций элементов и др.

В связи с тем, что параметров, характеризующих основной и присадочный материалы, очень много, то свариваемость представляет комплексную характеристику, включающую чувствительность металла к окислению и порообразованию, соответствие свойств сварного соединения заданным

					ДП44.03.04.118ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

эксплуатационным, реакцию на термические циклы, сопротивляемость образованию холодных и горячих трещин и т.д.

Холодные трещины чаще всего возникают из-за закаливаемости стали при быстром охлаждении и насыщении металла шва и зоны термического влияния водородом. Они, как правило, зарождаются по истечении некоторого времени после сварки и наплавки. Развиваются в течение нескольких часов или даже суток.

Расчет склонности стали к появлению холодных трещин выполняется по эквиваленту углерода (1).

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Si}/24 + \text{Ni}/40 + \text{Cr}/5 + \text{Cu}/13 + \text{V}/14 + \text{P}/2 \quad (1)$$

где C, S, P, Si, Ni, Mn, Cr, M, V - % содержание химических элементов

Вычисления будем проводить используя значения таблицы 1.

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + 0,4/6 + 0,12/24 + 0,3/40 + 0,3/5 + 0,3/13 + 0,04/2 = 0,18 \%$$

В Таблице 5 приведена классификация сталей по свариваемости в соответствии с величиной $C_{\text{ЭКВ}}$ и меры по предотвращению или уменьшению вероятности появления трещин.

Таблица 5 - Классификация сталей по свариваемости [1]

Группа сталей	Свариваемость	Эквивалент $C_{\text{ЭКВ}}$, %	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			перед сваркой	во время сварки	перед сваркой	после сварки
1	Хорошая	< 0,2	-	-	-	Желательна
2	Удовлетворит.	0,2 - 0,35	Необходим	-	Желательна	Необходима
3	Ограниченная	0,35 - 0,45	Необходим	Желателен	Необходима	Необходима
4	Плохая	> 0,45	Необходим	Необходим	Необходима	Необходима

1.1.4 Особенности конструкции и материала

Одной из основных сложностей является выполнения сварных швов для объединения сразу нескольких обечаек значительной толщины.

Изделие имеет ряд особенностей:

- 1) Используются кольцевые и поперечные швы большой протяженности.
- 2) Большая толщина ведёт к выполнению многопроходных швов .

1.2 Базовая технология сборки и сварки обечаек

1.2.1 Заготовительное производство

Данное изделия изготавливается из листа Ст3сп с размерами 6000x1500x60. Листы очищаются, проводится разметка с размерами 1500x3454x60 две заготовки и одна 1000x3454x60. В последствие снимается X- образная фаска в местах сварки.

С помощью четырехвалковых вальцов АНС 20/60 рисунок 2 вальцуем листы в обечайки. Таблица 6 - Технические характеристики вальцов АНС 20/60



Рисунок 2 - Четырехвалковые вальцы АНС 20/60

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

Таблица 6 - Технические характеристики АНС 20/60

Рабочая длина, мм	2100
Максимальная толщина при гибке, мм	6-70
Максимальная толщина при подгибке, мм	4-60
Диаметр верхнего вала, мм	160-540
Диаметр нижнего вала, мм	140-510
Диаметр боковых валков, мм	120-440
Мощность двигателя, кВт	2,2-55
Габаритные размеры, мм	4142-5569x1037-2926x1140-3000
Вес, кг	2320-40000

Вальцовка листового металла относится к числу формоизменяющих операций холодной штамповки, которая производится вращающимся инструментом.

Однако при формообразовании деталей из толстолистового материала, а также сплавов с низкой пластичностью применяется предварительный подогрев до температур 250...300 °С. В таких случаях вальцовочная машина устанавливается рядом с нагревательной печью.

1.2.2 Базовый тип сварного соединения

Для изготовления барабана мостового крана применяется соединение С25 ГОСТ 14771-76. Тип сварного шва показан на рисунке 3. Размеры для сборки предоставлены в таблице 7.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

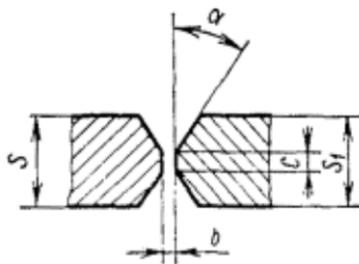


Рисунок 3– Сборка сварного соединения С25

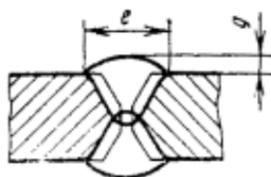


Рисунок 4 – Эскиз сварного шва с обозначением превышения и ширины шва

Таблица 7 – Размеры для сборки С25

S, мм	b, мм		c, мм		e, мм		g, мм		α, °	
	Номин.	Пред.								
60	2	±1	2	±1	30	±2	2	±1	20	±2

Площадь сечения шва С25 рассчитывается по формуле (2):

$$F_H = S \cdot b + ((c/2 - S/2) \cdot (30/2 - b/2) + 0,73 \cdot 30 \cdot 2) \cdot 2 \quad (2)$$

где S – толщина свариваемого металла мм²;

α – угол разделки кромок °;

c – притупление мм;

e – ширина шва мм;

g – усиление шва мм.

$$F_H = 60 \cdot 2 + (2/2 - 60/2) \cdot (30/2 - 2/2) + 0,73 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 2 = 1020 \text{ мм}^2$$

1.2.3 Сварочные материалы в базовом варианте

Сварочная проволока ESAB ОК AristoRod 12.50 с диаметром проволоки 1.2.
Химический состав предоставлен в таблице 8

Таблица 8 - Химический состав ESAB ОК AristoRod 12.50

C	Mn	Si	P	S	Cu
0.06-0.14	1.40-1.60	0.80-1.00	max 0.025	max 0.025	max 0.15

Таблица 9 – Механические свойства ESAB ОК AristoRod 12.50

Защитный газ – Corgon 20				
Предел текучести σ_T , Н/мм ²	Предел прочности σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость KCV, Дж/см ²	Ударная вязкость KCU, Дж/см ²
440	540	25	138 при +20 °C 123 при -30 °C	≥34 при -60 °C

В качестве защитного газа применяется смесь Corgon 20, содержащая в качестве основного газа Ar 80 %, в качестве компонента CO₂ 20 %.

1.2.4 Базовые режимы сварки

Сварочные режимы приведены в таблице 10

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		15

Таблица 10 – Базовые режимы при сварки в Corgon 20

Номер	Зона шва	Длина шва, м	Пространственное положение	Количество проходов	Величина сварочного тока, А	Величина напряжения дуги, В
1	Корневой сварной шов	3,454	нижнее	1	180-220	22-25
2	Заполняющий и облицовочный сварной шов	3,454	нижнее	20	350-380	31-33

1.2.5 Сварочное оборудование используемое в базовом варианте

Сварочные работы проводятся аппаратам EWM Phoenix. Он показан на рисунке 5, технические характеристики аппарата представлены в таблице 11.



Рисунок 5 - Сварочный аппарат EWM Phoenix

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

Таблица 11 - Основные характеристики EWM Phoenix

Тип устройства	сварочный инвертор
Типы сварки	ручная дуговая сварка (ММА), аргонодуговая сварка (TIG), полуавтоматическая сварка (MIG/MAG)
Сварочный ток (ММА)	5-520 А
Сварочный ток (MIG/MAG)	5-520 А
Сварочный ток (TIG)	5-520 А
Напряжение на входе	300-480 В
Количество фаз питания	3
Напряжение холостого хода	79 В
Тип выходного тока	постоянный
Рабочее напряжение	10.20-40.80 В
Мощность	31.60 кВт·А
Продолжительность включения при максимальном токе	60 %
Макс. сварочный ток при непрерывной работе	420 А
Минимальная толщина металла	0.30 мм
Диаметр проволоки	1-1.20 мм
Скорость подачи проволоки	0.50-24 м/мин
Расположение катушки	внешнее
КПД	89 %
Температурный диапазон работы	от -10 до 40 °С

Дополнительная информация
жидкостное охлаждение горелки; двухтактный и четырехтактный режим, точечная сварка; регулировка динамики сварочной дуги; режим программирования; регулировка времени продувки газом; регулировка времени нарастания и спада тока; регулировка времени задержки газа; возможность подключения пульта дистанционного

Роликовая опора

Самонастраивающийся роликовый вращатель HGZ-10 изображен на рисунке 6, основные характеристики приведены в таблице 12.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17



Рисунок 6 – Роликовый вращатель HGZ-10

Таблица 12 – Основные характеристики роликового вращателя HGZ-10

Тип привода	Электрический
Грузоподъемность	10000 кг
Мощность двигателя	1.1 кВт
Вес	650
Габариты	1850x730x770
Особенности	<p>HGZ-10 - самоцентрирующийся роликовый вращатель с одним двигателем мощностью 1.1 кВт и грузоподъемностью до 10000 кг; Вращатель оснащен программируемым частотно-регулируемым электроприводом, обеспечивая плавную бесступенчатую регулировку скорости вращения; HGZ-10 комплектуется пультом дистанционного управления, на котором показывается скорость вращения; Опционально приводная и не приводная секции могут устанавливаться на рельсовые тележки.</p>

1.2.6 Термообработка

После сварки необходимо, провести отпуск при температуре 630-650 °С и выдержку в течение 10 часов. Изделие остывает вместе с печью до температуры 300 °С. Затем охлаждение выполняется на воздухе.

					ДП44.03.04.118ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		18

1.2.7 Неразрушающий контроль

В качестве неразрушающего контроля применяется УЗК, МПД и ВИК.

Ультразвуковой контроль сварных швов (УЗК) — это неразрушающий целостности сварочных соединений метод контроля и поиска скрытых и внутренних механических дефектов не допустимой величины и химических отклонений от заданной нормы. Методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) проводится диагностика разных сварных соединений. УЗК является действенным при выявлении воздушных пустот, химически не однородного состава (шлаковые вложения в металле) и выявления присутствия не металлических элементов.

Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД) – это метод неразрушающего контроля предназначенный для определения мелких дефектов в поверхностной и подповерхностной структуре металла, проходящих внутрь изделия. Данный метод эффективен в определении трещин, надрывов, волосовин, непроваров, пор и других дефектов.

Визуально измерительный контроль – ВИК

1.2.8 Механообработка

По завершению сварки выполняется механическая обработка для обеспечения требуемых размеров, конусности, шероховатости изделия.

1.2.9 Операционное описание технологии применяемое в базовом варианте

005 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Проверить наличие сертификата на основной материал марки СтЗсп. Установить соответствие химического состава и механических свойств стали,

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

представленными в сертификате с химическим составом, маркировкой и механическими свойствами данной стали.

Проверить внешним осмотром наличие заусенец, неровностей, вмятин на обечайках. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Натеки зачистить.

Проверить наличие маркировки на заготовках под сборку-сварку.

Контролировать габаритные размеры: ширину, длину, толщину полученных заготовок, согласно чертежу.

Контролировать разделку кромок свариваемых элементов согласно тип соединения С25 ГОСТ 14771-76.

Проверить соответствие марки, диаметра, химического состава и механических свойств проволоки ESAB OK AristoRod 12.50, представленными в сертификате с химическим составом, маркой, диаметром и механическими свойствами данной проволоки.

010 Неразрушающий контроль

Контролировать УЗК качество заготовок. Наличие трещин, газовых дефектов, пригаров, пористости, шлаковых раковин и других внутренних дефектов недопустимо. Контроль проводить до 20 мм от кромок разделки по всей длине стыка.

Контролировать МПД качество заготовок. Наличие трещин, газовых дефектов, пригаров, пористости, шлаковых раковин и других внутренних дефектов недопустимо. Контроль проводить до 20 мм от кромок разделки по всей длине стыка.

015 Дробеструйная обработка

Зачистить разделку под сварку.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		20

020 Контроль

Контролировать зачистку разделки и ОШЗ визуально. Ржавчина, масляные и другие загрязнения недопустимы.

025 Вальцовка

При вальцовки толстолистого материала необходимо предварительно подогреть до температур 250...300 °С. В таких случаях вальцовочная машина устанавливается рядом с нагревательной печью. Нагревательная атмосфера в таких печах — безокислительная, что снижает процессы образования поверхностной окалины.

Оборудование: Вальцы четырехвалковые гидравлические, печь

030 Сборка на плите или стеллажах

Изготовить согласно размерам и требованиям чертежа с учетом припуска на механическую обработку и естественной усадки металла при сварке (1 мм на 1 м конструкции, в стыках 1,5 мм на 1 стык). При сборке обеспечить взаимную соосность стыкуемых обечаек. При сборке обеспечить гарантированный равномерный зазор по всему периметру сопряжения элементов не менее 2 мм. Допускается для обеспечения зазора установка кусков сертифицированной проволоки диаметр 2 мм.

Прихватить детали в местах будущих швов проволокой ESAB OK AristoRod 12.50 диаметр 1,2 мм, имеющими сертификат качества НАКС.

035 Контроль на ТК

Проверить:

- размеры согласно требованиям чертежа с учетом припуска на механическую обработку;
- количество и качество прихваток внешним осмотром и измерениями (расположение и размеры);

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		21

- состояние и чистоту поверхности свариваемых кромок и прилегающей к ней зоны (отсутствие окалины, ржавчины и других загрязнений);

- наличие сертификата на сварочные материалы для прихватки – с одобрением НАКС, для сварки – со знаком соответствия европейскому стандарту (EN).

040 Сварка механизированная в смеси газов

Все сварочные материалы должны иметь сертификат качества со знаком соответствия европейскому стандарту (EN).

Варить сварщику не ниже 5 уровня, имеющему удостоверение установленного образца п/а сваркой в смеси газов сварочной проволокой ESAB OK AristoRod 12.50 диаметр 1,2 мм с соблюдением числа проходов и режимов сварки, с постепенным заполнением фаски с послойной зачисткой и контрольным осмотром. Сварку выполнить обратноступенчатым способом, длина ступени от 0,3 до 0,5 м встречными участками.

Для обеспечения медленного остывания после сварки стыки накрыть асбестовым полотном.

После сварки сварщику зачистить: сварной шов от шлака и брызг наплавленного металла, околошовную зону термического влияния (не менее 5 мм) от брызг.

Сварку и зачистку предъявить ТК.

045 Термообработка

Выполнить отпуск изделия в согласно ТП.

Оборудование: Печь

050 контроль

Контроль режима 630-650 °С, время выдержки 10 часов. Наружный осмотр на отсутствие трещин, поверхностных и других дефектов.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

055 дробеструйная очистка

Выполнить дробеструйную очистку согласно ТП.

060 Зачистка под магнитно-порошковую дефектоскопию (МПД)

Выборку корневых валиков зачистить для МПД контроля.

Подготовка поверхности под контроль МПД должна быть предъявлена ТК.

065 Неразрушающий контроль

Контроль МПД производят аттестованные специалисты. ТК занести результаты контроля в предъявку и операционную карту.

070 Зачистка после сварки

Рубщику зачистить: брызги на изделия и швы от неровностей.

075 Зачистка под ультразвуковой контроль (УЗК)

Сварные швы согласно требованиям чертежа и околошовную зону зачистить для контроля УЗК.

Подготовка поверхности должна быть предъявлена ТК с отметкой в предъявке.

080 Зачистка под МПД

Сварные швы после получения положительных результатов УЗК зачистить для МПД контроля.

Подготовка поверхности под контроль МПД должна быть предъявлена ТК с отметкой в предъявке.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		23

085 Правка

1. При необходимости править нагретым газовым пламенем.
2. Разметить припуск на механообработку.

090 Неразрушающий контроль

Контроль сварных швов МПД и УЗК производят аттестованные специалисты до и после термообработки с дробеструйной очисткой узла. ТК занести результаты контроля в предъявку и операционную карту.

095 Маркировка м/к

Замаркировать согласно ТТ чертежа и сдать ТК.

100 Контрольная окончательная

ТК проверить с отметкой в предъявке:

- а) размеры согласно требований чертежа с учетом припуска на механообработку – замером;
- б) качество сварки – внешним осмотром и измерениями и по результатам неразрушающих видов контроля;
- в) наличие припуска на механообработку – по разметке;
- г) отсутствие видимых повреждений и деформаций на обработанных поверхностях – визуальным осмотром;
- д) наличие квалификационного удостоверения у сварщика установленного образца, клеймение сварных швов, наличие сертификата на сварочные материалы.

105 Неразрушающий контроль

После термообработки и дробеструйной очистки проверить:

- а) отсутствие во внутренних полостях дроби и других инородных предметов;
- б) сварные швы визуальным осмотром на отсутствие визуальных дефектов.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		24

Удаление временных технологических элементов производится после полного остывания узла без повреждения основного металла кислородной или воздушнодуговой резкой, с последующей зачисткой заподлицо с основным металлом до удаления следов резки механическим способом. Зачистку мест реза предъявить ТК с отметкой в предъявке. Зарезы и выхваты и другие повреждения основного металла не допускаются. Подварить и зачистить заподлицо с основным металлом.

1.2.10 Анализ базовой технологии

Изначальная технология механизированной сварки в среде защитного газа имеет ряд недостатков.

Основным является воздействие человеческого фактора на качество сварных соединений по причине низкой автоматизации труда. Это приводит к большой вероятности появления дефектов в сварных соединениях, и как следствие высокозатратный ремонт. Автоматизация сварочного процесса обеспечивает получение более качественного сварного соединения.

При использовании X образного сварного соединения в первичной технологии повышается вероятность возникновения трещин в корне шва, что приводит к дорогостоящему ремонту изделия.

Необходима защита от светового и теплового излучения дуги.

Экономические затраты при массовом производстве выше вследствие оплаты дорогостоящего труда сварщиков соответствующей квалификации, а также затрат на защитный газ.

Автоматизация сварки позволит:

- а) повысить качество соединений;
- б) понизить время затраты на производство металлоконструкций;
- в) автоматизировать процесс.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		25

1.2.11 Выбор и обоснование способа автоматической сварки

Главным при выборе являются конструктивные особенности детали и особенности материала.

Изделие имеет следующие конструктивные особенности:

- а) Кольцевые швы длиной 3454 мм;
- б) Толщина изделия 60 мм;
- в) Длина изделия составляет 4000 мм;

Сварка кольцевых швов подразумевает вращение изделия.

Для сварки данного типа изделий в большинстве случаев используют 2 основных способа: сварка в защитных газах, сварка под слоем флюса.

Дуговая сварка в защитных газах. Данный способ позволит получить качественное соединение. Газ защитит зону сварки, а подбор сварочной проволоки обеспечит получение состава металла шва близкого к основному металлу. Главным преимуществом является возможность сварки в различных пространственных положениях, что невозможно при сварке под флюсом. Возможно соединение металлов больших толщин.

Отрицательными факторами является необходимость защиты от светового и теплового воздействия дуги.

Сварка под флюсом. Возможна только в нижнем пространственном положении. Отсутствует необходимость в сложной высокотемпературной термообработке изделия после сварки. Применение более простой и доступной оснастки.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		26

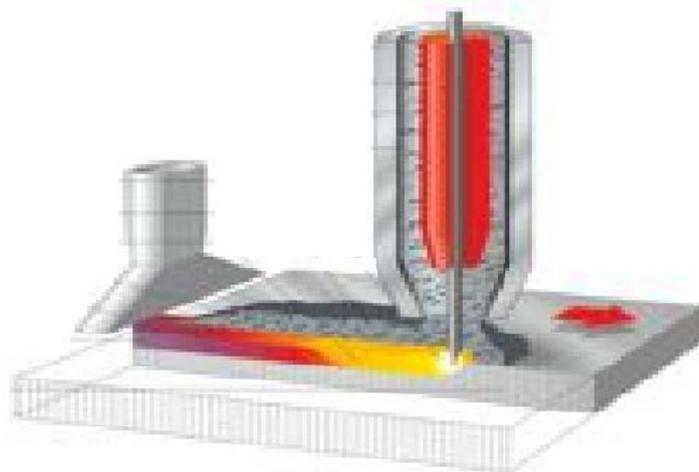


Рисунок 7 – Сварка под флюсом

Сварка под флюсом представляет собой метод сварки электрической дугой, при котором сама дуга, горящая между бесконечным электродом и деталью рисунок . Дуга и ванна расплава укрыты слоем зернистого флюса. От влияния атмосферы зону сварки защищает образующийся из флюса шлак.

В результате укрытия флюсом значительно повышается тепловой КПД, что обуславливает высокую производительность расплавления по сравнению с другими методами сварки. Поэтому сварка под флюсом считается высокопроизводительным методом сварки.

Применение сварки под флюсом является экономичным и эффективным начиная с толщины листа 6 мм. Области применения сварки под флюсом весьма разнообразны, однако в качестве наиболее характерных можно назвать судостроение, мостостроение, возведение металлоконструкций и производство резервуаров. Этот метод применяется как для соединительной сварки, так и для наплавки слоев для защиты от износа и коррозии. Можно сваривать нелегированные, легированные и хромоникелевые стали.

Так как сварка под флюсом является высокопроизводительным методом сварки, она применяется, прежде всего, в механизированных или автоматизированных системах. Благодаря более короткому времени сварки в сочетании с более высокой относительной длительностью включения источников питания можно непрерывно сваривать длинные швы. В результате сокращается вспомогательное время и, в итоге, снижается стоимость сварки. Технику для сварки под флюсом можно адаптировать к порталам, сварочным колоннам, системам электроприводных осей или тележкам. Благодаря модульной конструкции и многообразию предлагаемых несущих систем, с ее помощью можно сваривать разнообразные детали и геометрии шва.

Рассмотрев приведенные выше способы, для сварки кольцевых и продольных швов обечаек, применяем автоматическую сварку под флюсом. Она легко поддается механизации, обеспечивает требуемые технологические характеристики шва и более экономически выгоден.

1.3 Разработка технологии сварки

В процессе разработки технологии важно выбрать тип сварного соединения, подобрать и рассчитать параметры режима сварки. Тип сварного соединения выбирается из технологических особенностей изделия в соответствие с ГОСТ 8713-79. При расчете режима сварки необходимо учесть особенности металлоконструкций также необходимо назначить дополнительные технологические приемы для получения качественного сварного соединения.

1.3.1 Заготовительное производство

Корпус барабана мостового крана включает в себя 3 детали. Эти детали (обечайки) получают путем вальцевания листов.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

Вальцовка листового металла относится к числу формоизменяющих операций холодной штамповки, которая производится вращающимся инструментом.

Однако при формообразовании деталей из толстолиствого материала применяется предварительный подогрев до температур 250...300 °С. В таких случаях вальцовочная машина устанавливается рядом с нагревательной печью. Нагревательная атмосфера в таких печах — безокислительная, что снижает процессы образования поверхностной окалины. Впрочем, при малых радиусах вальцовки окалина частично осыпается уже в процессе деформирования на вальцовочном оборудовании.

С последующей сваркой и механообработкой.

Из этого следует что заготовительные операции можно поделить на 5 пунктов:

- 1) очистка поставляемых листов;
- 2) обработка кромок стыков листов под вальцовку;
- 3) вальцовка листов в обечайки;
- 4) подготовка кромок сварочных стыков готовой обечайки;
- 5) контроль.

Разделку под сварку производят механообработкой. Нужные конструктивные размеры кромок выполняются стационарным заготовительным оборудованием.

1.3.2 Выбор типа соединения

В нашем изделии будет использоваться тип соединения С36.

Основные элементы подготовленных кромок свариваемых элементов показаны на рисунке 8, особенности сварного соединения С36 изображены на рисунке 9. Размеры для сборки представлены в таблице 13 [18].

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		29

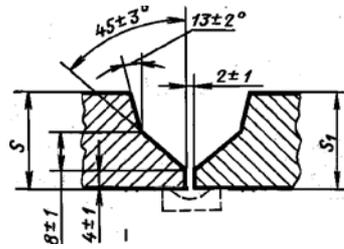


Рисунок 8 - Основные элементы подготовки кромок С36

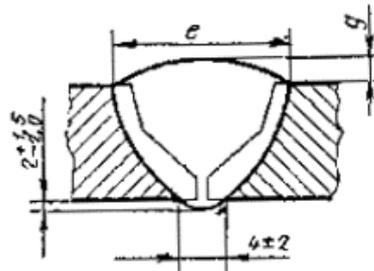
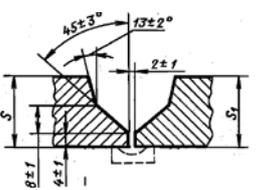
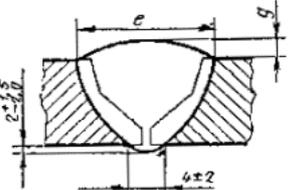


Рисунок 9 - Особенности сварного соединения С36

Таблица 13 - Размеры для сборки С36

Условное обозначение сварного соединения	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S=S_1$	e	g
С36			55-60	49±2	2,5±2

Площадь сечения шва С36 рассчитывается по формуле (3):

$$F_H = b \cdot S + (8 \cdot (18/2 - b/2)) + 18 \cdot 48 + (52^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha) + (0,73 \cdot e \cdot g) + (0,73 \cdot e_1 \cdot g_1) \quad (3)$$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП44.03.04.118ПЗ

Лист

30

где S – толщина свариваемого металла мм²;

α – угол разделки кромок °;

c – притупление мм;

e – ширина шва мм;

g – усиление шва мм.

$$F_H = 2 \cdot 8 + (4^2 \cdot \operatorname{tg} 45) + 16 \cdot 52 + (52^2 \cdot \operatorname{tg} 13) + (0,73 \cdot 50 \cdot 3) + (0,73 \cdot 4 \cdot 2) = 1589 \text{ мм}^2$$

1.3.3 Выбор сварочных материалов

Мы выбираем для сварки проволоку ESAB Autrod 12.22 для обеспечения равнопрочности сварного соединения и обеспечения одинаковых химических и технологических свойств шва и основного металла [3]. Химический состав приведён в таблице 14.

Таблица 14 – Химический состав ESAB Autrod 12.22

C	Si	Mn	S	P
0.08-0,12	0,15 - 0,3	0,9 - 1.15	0.020	0.015

Склонность ESAB Autrod 12.22 к образованию холодных трещин рассчитывается по эквиваленту углерода по формуле (1)

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,08 + 0,9/6 + 0,15/24 + 0,015/2 = 0,24$$

Сталь 08ГА не склонна к появлению холодных трещин.

Флюс выполняет защиту зоны сварки. Кроме того возможно легирование сварного шва через флюс. Флюс выбирается по рекомендации [13].

В данном случае применяется флюс ESAB ОК Flux 10.62. Он обеспечивает отличные технологические свойства шва. Легко отделяется от шва. Что позволяет

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		31

экономить время на зачистке. Перед сваркой флюс необходимо прокалить. Химический состав приведен в таблице 15.

Таблица 15 - Химический состав ESAB OK Flux 10.62

CaF ₂ , %	(Al ₂ O ₃ + MnO), %	(SiO ₂ + TiO ₂), %	(CaO+MgO), %
25	20	15	35

1.3.4 Сборка обечаек

Сборка обечаек производится на роликовом стенде.

Перемещение заготовок и изделия выполняется краном грузоподъемностью не менее 25 т.

Для предотвращения смещения стыков заготовок применяют центратор звенный наружный гидрофицированный типа ЦЗН-Г рисунок 10.



Рисунок 10 - Центратор звенный наружный ЦЗН-Г

Используются для сборки обечаек при установки прихваток. Необходимы для сведения 2 сторон и фиксации зазора.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

1.3.5 Режимы для прихваток

Для сборки обечаек используем полуавтомат и выставляем режимы для проварки корневого шва, сам шов не должен превышать 1/3 основного шва. Режимы приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Режимы прихваток

Пространственное положение	Диаметр проволоки, мм	Длина, мм	Величина сварочного тока, А	Величина напряжения дуги, В
нижнее	1,2	30-40	180-220	22-25

Расчет прихваток:

Прихватка рассчитывается из соотношения к толщине металла

3- 6(S) через 10-40(S)

Примем прихватки

равные 130 / 500 мм

Проволока ESAB ОК AristoRod 12.50

Защитный газ Corgon20

1.3.6 Расчет режимов для автоматической сварки под флюсом

Эту методику расчетов применяют для многопроходных швов при сварки под флюсом [4].

Выберем диаметр электрода: $d = 5$ мм

При плотности тока: $j = 40$ А/мм² в первом проходе не образуются горячие трещины. И мы примем его как корневой проход

Рассчитываем ток сварки (4):

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		33

$$I_{\text{св}} = \pi * d_{\text{э}}^2 * j / 4 \quad (4)$$

$$I_{\text{св}} = 3,14 * 5^2 * 40 / 4 = 785 \text{ А}$$

Применяем ток равный 785 А.

Уточним плотность тока (5):

$$j = 4 * I_{\text{св}} / \pi * d_{\text{э}}^2 \quad (5)$$

$$j = 4 * 785 / 3,14 * 5^2 = 40 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем напряжение на дуге (6):

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,05 * I_{\text{св}} / \sqrt{d_{\text{э}}} \quad (6)$$

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,05 * 785 / \sqrt{5} = 38 \text{ В}$$

Установим скорость сварки (7):

$$V_{\text{св}} = A / I_{\text{св}} \quad (7)$$

где А- коэффициент зависящий от диаметра сварочной проволоки

$$A = 20 * 10^3 \text{ А*м/ч}$$

$$V_{\text{св}} = 20 * 10^3 / 785 = 26 \text{ м/ч}$$

Определим вылет электрода (8):

$$l_{\text{э}} = 10 d_{\text{э}} \quad (8)$$

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

$$l_3 = 10 * 5 = 50 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину погонной энергии (9):

$$q_{\text{п}} = 36 * I_{\text{св}} * U_{\text{д}} * \eta_3 / V_{\text{св}} \quad (9)$$

где η_3 – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для сварки под флюсом $\eta_3 = 0,8$

$$q_{\text{п}} = 36 * 785 * 38 * 0,8 / 26 = 33690 \text{ Дж/см}$$

Рассчитаем коэффициент формы проплавления (10):

$$\varphi_{\text{пр}} = k * (19 - 0,01 * I_{\text{св}}) * d_3 * U_{\text{д}} / I_{\text{св}} \quad (10)$$

где k – коэффициент для тока для обратной полярности рассчитывается по формуле (11):

$$k = 0,367 * j^{0,1925} \quad (11)$$

$$k = 0,367 * 40^{0,1925} = 0,75$$

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,75 * (19 - 0,01 * 785) * 5 * 38 / 785 = 2,024$$

Определим глубину проплавления (12):

$$h_{\text{р}} = 0,076 * \sqrt{q_{\text{п}} / \varphi_{\text{пр}}} \quad (12)$$

$$h_{\text{р}} = 0,076 * \sqrt{33690 / 2,024} = 10 \text{ мм}$$

Рассчитаем ширину шва (13):

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

$$e = h_p * \varphi_{пр} \quad (13)$$

$$e = 10 * 2.024 = 20 \text{ мм}$$

Определим величину коэффициента наплавки:

$$\alpha_H = \alpha_p = 14 \text{ г*А/ч (для тока обратной полярности)}$$

Определим площадь сечения наплавленного металла (14):

$$F_H = \alpha_H * I_{св} / \gamma * V_{св} \quad (14)$$

где γ - плотность электродной проволоки, г/см³

α_H - коэффициент наплавки, г*А/ч

$V_{св}$ - скорость сварки, м/ч

$I_{св}$ - сварочный ток, А

$$F_{H1} = 22 * 785 / 7,8 * 26 = 82 \text{ мм}^2$$

Скорость подачи проволоки рассчитывается по формуле (15):

$$V_{пш} = V_{св} * F_H * (1 + 0.01 * \psi) * 4 / \pi d_p^2 \quad (15)$$

$$V_{пш} = 26 * 82 * (1 + 0,01 * 0) * 4 / 3,14 * 5^2 = 93 \text{ м/ч}$$

Для заполняющего и лицевого шва мы принимаем $j = 45 \text{ А/мм}^2$

Рассчитываем ток сварки (4):

$$I_{св} = 3,14 * 5^2 * 45 / 4 = 883 \text{ А}$$

Применяем ток равный 900 А.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

Уточним плотность тока (5):

$$j = 4 \cdot 900 / 3,14 \cdot 5^2 = 46 \text{ А/мм}^2$$

Рассчитаем напряжение на дуге (6):

$$U_{\text{д}} = 20 + 0,05 \cdot 900 / \sqrt{5} = 40 \text{ В}$$

Установим скорость сварки (7):

$$A = 20 \cdot 10^3 \text{ А*м/ч}$$
$$V_{\text{св}} = 20 \cdot 10^3 / 900 = 22 \text{ м/ч}$$

Определим вылет электрода (8):

$$l_{\text{э}} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину погонной энергии (9):

$$q_{\text{п}} = 36 \cdot 900 \cdot 40 \cdot 0,8 / 22 = 47127 \text{ Дж/см}$$

Рассчитаем коэффициент формы проплавления (10):

где k - коэффициент для тока для обратной полярности рассчитывается по формуле (11):

$$k = 0,367 \cdot 46^{0,1925} = 0,77$$

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,77 * (19 - 0,01 * 900) * 5 * 40 / 900 = 1,71$$

Определим глубину проплавления (12):

$$h_p = 0,076 * \sqrt{47127 / 1,71} = 12,6 \text{ мм}$$

Рассчитаем ширину шва (13):

$$e = h_p * \varphi_{\text{пр}} \quad (13)$$

$$e = 12,6 * 1,71 = 22 \text{ мм}$$

Определим величину коэффициента наплавки:

$$\alpha_n = \alpha_p = 14 \text{ г*А/ч (для тока обратной полярности)}$$

Определим площадь сечения наплавленного металла (14):

$$F_{n2} = 22 * 900 / 7,8 * 22 = 114 \text{ мм}^2$$

Скорость подачи проволоки рассчитывается по формуле (15):

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{св}} * F_n * (1 + 0,01 * \psi) * 4 / \pi d_w^2 \quad (15)$$

$$V_{\text{пр}} = 22 * 114 * (1 + 0,01 * 0) * 4 / 3,14 * 5^2 = 121 \text{ м/ч}$$

Общая площадь разделки по формуле разд. $F_p = 1589 \text{ мм}^2$

Тогда незаполненная площадь разделки равна (16):

$$N = F_p - F_{n1} / F_{n2} \quad (16)$$

где N- количество проходов

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		38

$$N=1589 - 82/114=13$$

Результаты расчетов будут внесены в таблицу 17

Таблица 17 – Сварочные режимы

Тип прохода	Кол.	$j, \text{A/мм}^2$	$I_{\text{св}}, \text{A}$	$U_{\text{д}}, \text{В}$	$V_{\text{св}}, \text{м/ч}$	$V_{\text{пп}}, \text{м/ч}$	$d_{\text{э}}, \text{мм}$
Корневой	1	40	785	38	26	93	5
Основной и лицевой	13	46	900	40	22	121	5

1.3.7 После сварочные операции

3.7.1 Термообработка

После сварки остаточное напряжение снимается за счёт отпуска детали при температуре $630-650^{\circ}\text{C}$ изделие выдерживается в течение 10 часов в печи охлаждаясь вместе с ней до температуры 300°C . Затем охлаждение выполняется на воздухе. Деталь поместить в печь при температуре $< 250^{\circ}$. Скорость нагрева $25-27^{\circ}\text{C/ч}$

3.7.2 Дробеструйная очистка

Для очистки поверхности детали от всевозможных загрязнений выполняется дробеструйная очистка.

3.7.3 Механообработка

Деталь подвергается механообработке с целью придания ей правильной геометрии в соответствии с чертежами.

1.3.8 Контрольные операции

Контроль качества выполняется до и после сварки. Предварительный контроль необходим для избежания сварки деталей с дефектами литья. В этих

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		39

целях выполняется УЗК и МПД. УЗК не может обнаружить дефекты на поверхности изделия до 2 мм, поэтому целесообразно применение МПД.

3.8.1 Контроль перед сваркой

Проверить наличие сертификата на основной материал марки СтЗсп. Установить соответствие химического состава и механических свойств стали, представленными в сертификате с химическим составом, механическими свойствами данной стали.

Проверить внешним осмотром наличие заусенец, неровностей, вмятин на обечайках. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка . Натёки зачистить.

Инструмент: SPECTRO iSORT, УШС 3, щетка стальная, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

Проверить наличие маркировки на заготовках под сборку-сварку.

Контролировать габаритные размеры: ширину, длину, толщину полученных заготовок, согласно чертежу.

Инструмент: Рулетка.

Контролировать разделку кромок свариваемых элементов согласно технологическому процессу.

Инструмент: УШС 3.

Проверить соответствие марки, диаметра, химического состава и механических свойств проволоки ESAB Autrod 12.22, представленными в сертификате с химическим составом, маркой, диаметром и механическими свойствами данной проволоки.

Инструмент УШС 3, SPECTRO iSORT.

Проверить соответствие марки, химического состава флюса ESAB OK Flux 10.62, представленными в сертификате с химическим составом, маркой данного флюса.

Контролировать УЗК качество заготовок. Наличие трещин, газовых дефектов, пригаров, пористости, шлаковых раковин и других внутренних

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

дефектов недопустимо. Контроль проводить до 20 мм от кромок разделки по всей длине стыка.

Оборудование: УД2-12.

Контролировать МПД качество заготовок. Наличие трещин, газовых дефектов, пригаров, пористости, шлаковых раковин и других внутренних дефектов недопустимо. Контроль проводить до 20 мм от кромок разделки по всей длине стыка.

Оборудование: МПД-70.

3.8.2 Контроль сборки

Контролировать правильность установки обечаек на роликовый стенд в соответствии с требованиями установки, указанными в технологическом процессе.

Отклонение от оси шва не должно превышать $\pm 0,5$ мм.

Инструмент: УШС 3.

Контролировать правильность установки центратора и его фиксации на изделии.

Контролировать качество прихваток и их размеры в соответствии с технологическим процессом.

3.8.3 Контроль оборудования

Проверить наличие поверки на оборудование EWM Phoenix, FFT42x43, A6S Master, A2 PEK, LAF1001, OPC Super- 10 I, СВН-1, роликовый стенд HGZ-10.

Контролировать состояние приборов, регистрирующих режим сварки, состояние кабелей, щитков.

Проверить исправность работы сварочного оборудования и аппаратуры. Сварить пробную заготовку на режимах согласно ТП.

Проверить полученное сварное соединение внешним осмотром. Трещины недопустимы.

3.8.4 Контроль носителей энергии

Контролировать первичное напряжение сети $380 \text{ В} \pm 20 \%$.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

Контроль режимов сварки.

Контролировать последовательность выполнения сварных швов согласно ТП.

Контролировать напряжение сварочной дуги, силу сварочного тока, скорость сварки согласно ТП до и в процессе сварки.

Оборудование: Вольтметр, амперметр, линейка измерительная металлическая.

3.8.5 Контроль квалификации сварщика

Проверить наличие сертификата и квалификации сварщика. До работы допускается сварщик 4 уровня.

Проверить внешним осмотром качество выполнения пробного сварного изделия. Трещины недопустимы.

3.8.6 Контроль окончательный сварного соединения

Контроль по НТД на изделие.

ВИК готового изделия. Проверить диаметр и длину сварного изделия согласно ТП. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Трещины недопустимы.. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Натёки зачистить.

Инструмент: Линейка измерительная металлическая линейка-300, лупа измерительная ЛИП-3-10х, УШС 3, щетка стальная, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ТП.

Инструмент: УШС 3.

Проверить сварные швы УЗК. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Объем проверки 100 %.

Оборудование: УД2-12.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

Проверить сварные швы МПД. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Объем проверки 100 %.

Оборудование: МПД-12.

1.3.9 Операционное описание технологии

005 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Проверить наличие сертификата на основной материал марки СтЗсп. Установить соответствие химического состава и механических свойств стали, представленными в сертификате с химическим составом, маркировкой и механическими свойствами данной стали.

Проверить внешним осмотром наличие заусенцев, неровностей, вмятин на обечайках. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Натёки зачистить.

Инструмент: SPECTRO iSORT, УШС 3, щётка стальная, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

Проверить наличие маркировки на заготовках под сборку-сварку.

Контролировать габаритные размеры: ширину, длину, толщину полученных заготовок, согласно чертежу.

Инструмент: Рулетка.

Контролировать разделку кромок свариваемых элементов согласно тип соединения С36.

Инструмент: УШС 3.

Проверить соответствие марки, диаметра, химического состава и механических свойств проволоки ESAB Autrod 12.22, представленными в сертификате с химическим составом, маркой, диаметром и механическими свойствами данной проволоки.

Инструмент: SPECTRO iSORT, УШС 3.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		43

Проверить соответствие марки, химического состава флюса ESAB ОК Flux 10.62, представленными в сертификате с химическим составом, маркой, данного флюса.

010 НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

Контролировать УЗК качество заготовок. Наличие трещин, газовых дефектов, пригаров, пористости, шлаковых раковин и других внутренних дефектов недопустимо. Контроль проводить до 20 мм от кромок разделки по всей длине стыка.

Оборудование: УД2-12.

Контролировать МПД качество заготовок. Наличие трещин, газовых дефектов, пригаров, пористости, шлаковых раковин и других внутренних дефектов недопустимо. Контроль проводить до 20 мм от кромок разделки по всей длине стыка.

Оборудование: МПД-70.

015 ДРОБЕСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА

Зачистить разделку под сварку.

Инструмент: Установка дробеструйной очистки, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

020 КОНТРОЛЬ

Контролировать зачистку разделки и ОШЗ визуально. Ржавчина, масляные и другие загрязнения недопустимы.

025 ВАЛЬЦОВКА

При вальцовки толстолистового материала необходимо предварительно подогреть до температур 250...300 °С. В таких случаях вальцовочная машина устанавливается рядом с нагревательной печью. Нагревательная атмосфера в

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

таких печах — безокислительная, что снижает процессы образования поверхностной окалины.

Оборудование: Вальцы четырехвалковые гидравлические, печь

030 СБОРКА

Собрать две обечайки согласно размерам и требованиям чертежа с учетом припуска на механообработку и естественной усадки металла при сварке (1 мм на 1 м конструкции, в стыках 1,5 мм на стык). При сборке обеспечить взаимную соосность стыкуемых обечаек.

При сборке обеспечить зазор не более 1 мм по всему периметру сопряжения элементов.

Установить центратор на стык, собираемых обечаек, контролировать зазор в стыке не более 1 мм. После выполнения прихваток центратор снять.

Прихватить детали на режимах указанных в таблице 16 в местах будущих швов полуавтоматом EWM Phoenix.

Оборудование: Кран-балка, сварочный полуавтомат EWM Phoenix, центратор.

Инструмент: Линейка измерительная металлическая линейка-300, лупа измерительная ЛИП-3-10х, УШС 3.

035 КОНТРОЛЬ

Контролировать правильность установки обечаек на роликовый стенд в соответствии с требованиями установки, указанными в технологическом процессе.

Отклонение от оси шва не должно превышать $\pm 0,5$ мм.

Контролировать правильность установки центратора, и его фиксацию на изделии.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

Контролировать качество прихваток и их размеры в соответствии с технологическим процессом.

Инструмент: УШС 3.

040 СВАРКА

Выполнить автоматическую сварку под флюсом в соответствии с режимами, приведенными в таблице 17. После каждого прохода выполнять зачистку шва от шлака. Сваривать с соблюдением числа проходов и режимов сварки, с послыйным контролем, внешним осмотром.

Оборудование: Сварочная колона FFT42x43, сварочная головка A2S Master, блок управления A2 РЕК, источник питания LAF1001, система рециркуляции флюса OPC Super- 10 1, система наблюдения СВН-1, роликовый стенд HGZ-10, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

045 ЗАЧИСТКА

Выполнить зачистку после сварки по всей поверхности соединения.

Инструмент: Щетка стальная, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

050 МАРКИРОВКА

Маркировать согласно ТТ чертежа и сдать ТК.

Инструмент: Молоток, клеймо сварщика.

055 КОНТРОЛЬ ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ

ВИК готового изделия. Проверить диаметр и длину сварного изделия согласно ТП. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Натёки зачистить.

Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ТП. Проверить ширину шва, высоту усиления.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

Инструмент: Линейка измерительная металлическая линейка-300, лупа измерительная ЛИП-3-10х, УШС 3, щетка стальная, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

060 КОНТРОЛЬ МПД

Проверить сварные швы МПД. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Объем проверки 100 %.

Оборудование: МПД-12.

065 КОНТРОЛЬ УЗК.

Проверить сварные швы УЗК. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Объем проверки 100 %.

Оборудование: УД2-12.

070 ТЕРМООБРАБОТКА

Выполнить отпуск изделия в согласно ТП.

Оборудование: Печь

075 КОНТРОЛЬ

Контроль режима 630-650 °С, время выдержки 10 часов. Наружный осмотр на отсутствие трещин, поверхностных и других дефектов.

080 ДРОБЕСТРУЙНАЯ ОЧИСТКА

Выполнить дробеструйную очистку согласно ТП.

Оборудование: Установка дробеструйной очистки.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

085 КОНТРОЛЬ ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ

ВИК готового изделия. Проверить диаметр и длину сварного изделия согласно ТП. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Натёки зачистить.

Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ТП. Проверить ширину шва, высоту усиления.

Инструмент: линейка измерительная металлическая линейка-300, лупа измерительная ЛИП-3-10х, УШС 3, щетка стальная, шлифмашина угловая "Makita" GA5030.

090 КОНТРОЛЬ МПД

Проверить сварные швы МПД. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Объем проверки 100 %.

Оборудование: МПД-12.

095 КОНТРОЛЬ УЗК.

Проверить сварные швы УЗК. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм, и не более 20 % длины оценочного участка. Объем проверки 100 %.

Оборудование: УД2-12.

1.4 Установка для сварки

Сварочная установка используется для электродуговой сварки под флюсом кольцевых соединений и продольных швов обечаек. Состоит из группы оборудования а именно сварочной колонны, роликового стенда, трехфазного

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

источника питания, автоматической сварочной головки, блока управления, системы рециркуляции флюса и системы видео наблюдения.

Для выполнения прихваток используется сварочный полуавтомат EWM Phoenix.

1.4.1 Сварочная колонна

Для перемещения в пространстве сварочной головки используется колонна.

В нашем проекте используется колонна FFT 42x43 рисунок 11. Колонна состоит из: платформы, стойки, каретки, консоли, и трех электроприводов. Кольцевые швы сваривают при вращении изделия на роликовом стенде. Технические характеристики приведены в таблице 18



Рисунок 11 – Сварочная колонна

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

Таблица 18 –Технические характеристики

Модель	FFT 42x43
Эффективное вертикальное перемещение, мм	4000
Эффективное горизонтальное перемещение, мм	4000-5000
Скорость вертикального перемещения, мм/мин	1000
Скорость горизонтального перемещения мм/мин	120-1200
Минимальная высота консоли, мм	690
Грузоподъемность, кг	120

Выбранная сварочная колонна позволит закрепить, использовать и перемещать в пространстве необходимые нам устройства.

1.4.2 Стенд роликовый

Для вращения изделия применяется роликовый стенд. Применения стенда с роликовыми вращателями позволит обеспечить вращение детали со скоростью сварки.

Наилучшим выбором в нашем случае будут является применение роликовых опор HGZ-10 она изображена на рисунке 12 технические показатели в таблице 19. Применяем 4 холостые роликовые опоры и 1 приводную. Опоры устанавливаются на подвижные плиты. Помимо роликовых опор устанавливаются стопорные ролики.

Данный выбор служит для сварки кольцевых швов цилиндрических деталей.



Рисунок 12 – Роликовый вращатель HGZ-10

Таблица 19 – Основные характеристики роликового вращателя HGZ-10

Тип привода	Электрический
Грузоподъемность	10000 кг
Мощность двигателя	1.1 кВт
Вес	650
Габариты	1850x730x770
Особенности	<p>HGZ-10 - самоцентрирующийся роликовый вращатель с одним двигателем мощностью 1.1 кВт и грузоподъемностью до 10000 кг; Вращатель оснащен программируемым частотно-регулируемым электроприводом, обеспечивая плавную бесступенчатую регулировку скорости вращения; HGZ-10 комплектуется пультом дистанционного управления, на котором показывается скорость вращения; Опционально приводная и неприводная секции могут устанавливаться на рельсовые тележки.</p>

1.4.3 Сварочная головка

Сварочная головка применяется для подачи проволоки и флюса в зону сварки. Она должна предоставлять установленные параметры: скорость подачи проволоки и ток сварки, при необходимом диаметре проволоки. Рациональнее всего применить сварочную головку ESAB A6S Arc Master рисунок 13. Технические характеристики приведены в таблице 20.

Сварочная головка представляет собой автоматическую сварочную систему в конструкцию которой заложены требования малой массы, компактность и универсальность применения. Система собрана из стандартных компонентов.



Рисунок 13 – Сварочная головка A6S Master

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП44.03.04.118ПЗ

Лист

52

Таблица 20 – Технические характеристики

Макс. скорость подачи проволоки, м/мин	0,2-4,0
Диаметр проволоки, двойная, мм	3,0-6,0
Ход слайдера (по вертикали), мм	40
Ход слайдера (по горизонтали), мм	90
Поворотный слайдер	30°
Механизм спрямления проволоки	± 45°
Допустимая нагрузка при ПВ 100%, А	1500

1.4.4 Источник питания

Одним из наиболее важных аспектов является выбор нужного источника питания.

Сварочные источники LAF имеют отличные сварочные характеристики во всем диапазоне токов и напряжений. Особенно хороши характеристики первичного зажигания и повторного зажигания дуги. Источники обеспечивают стабильную дугу, как на высоких, так и на малых величинах напряжения. Плавное регулирование напряжения дуги позволяет четко управлять сварочными параметрами.

Выпрямители LAF обеспечивают стабильность дуги при очень малых величинах напряжений.

Трехфазные тиристорные источники серии LAF с принудительным воздушным охлаждением предназначены для высокопроизводительных механизированных способов сварки: под слоем флюса или плавящимся электродом в среде защитных газов (MIG/MAG).

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

Источники предназначены для совместной работы с головами производства компании ESAB A2, A6 совместно с блоками управления сваркой PEK или PEI A2.

Источники серии LAF обладают отличными сварочными характеристиками во всем диапазоне регулировок тока и напряжения, что особенно важно при поджиге дуги или её повторном возбуждении. Источники демонстрируют хорошую стабильность дуги как на высоких, так на низких токах.

При необходимости получить большой сварочный ток, источники можно подключить параллельно используя дополнительный блок.

Источники не имеют свою собственную панель управления сварочными параметрами, поэтому для управления необходимо использовать сварочные головы с полностью цифровыми блоками управления сваркой PEK - контроллер с максимальными возможностями управления или PEI - с базовыми функциями для менее требовательных областей применения.

Современные технологии обмена данными играют важную роль в построении автоматизированных комплексов. Поэтому источники LAF последнего поколения имеют возможность обмена данными с использованием большинства стандартных протоколов, таких как TCP / IP (LAN), Anybus, Profibus, CAN или даже прямая связь с контроллером ЧПУ. В зависимости от типа используемого протокола связи могут потребоваться дополнительные модули ESAB LAF1001 продемонстрирован на рисунке 14, а технические характеристики в таблице 21.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54



Рисунок 14 – Источник питания ESAB LAF1001

Таблица 21 – Технические характеристики ESAB LAF1001

Питающее напряжение, В 3ф 50 Гц	400
Потребляемый ток, А при ПВ 100%	64
Сечение питающего кабеля мм ²	4x16
Плавкий предохранитель, А	63
Максимальный ток/напряжение, А/В: При ПВ 100% При ПВ 80% При ПВ 60%	800/44 - 1000/44
Диапазон регулирования, А/В MIG/MAG Под флюсом	50/17-1000/45 40/22-1000/45
Напряжение XX, В	52
Мощность XX, Вт	145
КПД	0,84
Коэффициент мощности	0,95
Класс пыли/влаги защиты	IP 23
Габариты ДхШхВ, мм	646x552x1090
Масса, кг	330
Класс электробезопасности	s
Рекомендуемое сечение сварочного кабеля, мм ²	2x95

1.4.5 Блок управления

Блок управления подбираем согласно рекомендациям к источнику питания.
РЕК рисунок 15.

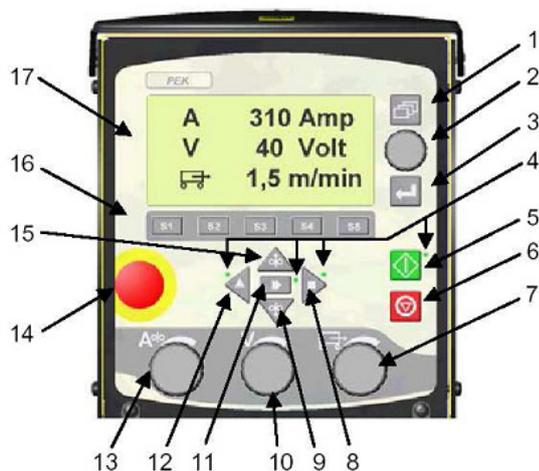


Рисунок 15 – Блок управления РЕК

Блок управления РЕК полностью русифицирован, применяется для автоматической сварки под флюсом или в защитном газе. Блок управления приспособлен для работы совместно со сварочным источником LAF и TAF.

Тесная связь блока управления со сварочными источниками обеспечивает очень высокую стабильность сварочных процессов. Большой жидкокристаллический дисплей блока управления демонстрирует установленные сварочные параметры и выдает сообщения об ошибках, если эти параметры выходят за рамки допустимых значений. Удобные и интуитивно понятные органы управления блоком РЕК обеспечивают легкость и быстроту настроек параметров. Работа блока может вестись в ручном и автоматическом режиме. В ручном режиме скорость подачи проволоки, скорость перемещения, а также другие параметры, устанавливаются и регулируются вручную. В автоматическом режиме выбирается группа параметров и в процессе сварки ведется лишь их тонкая настройка. Меню блока управления РЕК рисунок 16.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56



1. Выбор меню; 2. Кнопка перемещения по меню; 3. Клавиша ВВОД; 4. Реверсивное перемещение; 5. Начало сварки; 6. Остановка сварки; 7. Ручка изменения скорости; 8. Движение влево; 9. Клавиша изменения регистра; 10. Ручка изменения напряжения; 11. Ускорение подачи проволоки; 12. Движение вправо; 13. Ручка изменения тока; 14. Выключатель аварийной остановки; 15. Кнопки регулировки вылета проволоки; 16. Программируемые клавиши; 17. Дисплей.

Рисунок 16 – Меню блока управления РЕК

Основное меню служит для установки: тепловложения, тока сварки, скорости подачи, напряжения дуги, скорости применения и отображает заданные параметры. Стартовое меню служит для установки: способа возбуждения дуги, вида окончания сварки, направления сварки, способа регулирования, типа проволоки, материала проволоки, диаметра проволоки. Могут быть установлены значения функций заварки кратера и времени окончания сварки.

1.4.6 Система рециркуляции флюса

Система рециркуляции флюса OPS Super рисунок 17 обеспечивает автоматический подбор не расплавленного флюса с помощью всасывающего сопла и возврат его во флюсовый бункер расположенный над сварочной головкой.



Рисунок 17 - Система рециркуляции флюса OPS Super

В основе работы системы лежит принцип разряжения с использованием сжатого воздуха. Избыток флюса, неиспользованный в процессе сварки, поступает в бак. Циклон сепаратор, размещённый на баке с флюсом, эффективно очищает флюс от пыли. Пыль скапливается в фильтре. Перед попаданием в бункер подобранный флюс проходит очистку через сито, для отделения от частиц шлака.

1.4.7 Система видео наблюдения

В данном случае мы используем система видеонаблюдения за стыком СВН-1 рисунок 18. Технические характеристики таблица 22.

Система видеонаблюдения позволяет постоянно контролировать сварочный процесс. Система имеет в своей основе специально разработанную камеру, обеспечивающую постоянное и четкое сканирование сварного соединения. В сочетании с монитором, функцию которого может выполнять дисплей пульта управления, система видеонаблюдения обеспечивает отличный контроль и слежение за сварным соединением. Как только начинается процесс сварки, камера включается перед сварочной ванной, обеспечивая наблюдение за процессом.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

Опциональная функция – видеорегистрация процесса и параметров сварки с последующей записью на электронные носители информации (CD и т.п.). Воспроизведение изображения сварочного соединения, параметров процесса удобно применять для контроля качества работы.

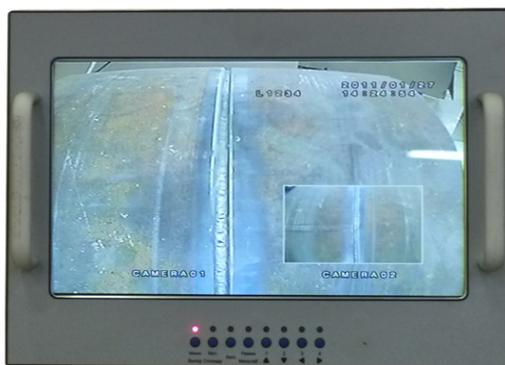


Рисунок 18 - Система видеонаблюдения за стыком СВН-1

Таблица 22 – Технические характеристики система видеонаблюдения

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания переменным током частотой 50 Гц, В	42
Давление воздуха на входе в емкость, атм., не менее	2
Класс очистки воздуха по ГОСТ 17433-80, не ниже	9
Габариты блока (длина x ширина x высота), мм	580 x 140 x 420
Масса, кг, не более	6

2 Методическая часть

В первой части ВКР разработана технология сборки и сварки корпуса барабана мостового крана. Была предложена и доказана актуальность замены полуавтоматической электродуговой сварки корпуса барабана мостового крана на автоматическую сварку под флюсом. Для выполнения данного технологического процесса была предложена технология, подобранно современное сварочное оборудование. Внедрение новой технологии предусматривает подготовку рабочих, которые будут занимается эксплуатацией, наладкой, обслуживанием и ремонтом оборудования.

К выполнению сварочных работ по разработанной технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В первоначальной технологии, работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (5-го уровня), в связи с этим необходимо разработать программу переобучения рабочих сварочной специализации и выполнить программу в рамках промышленного предприятия.

Для составления программы переобучения необходимо исследовать и проанализировать такие документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* - это новая форма 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, , присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

					ДП44.03.04.118ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		60

- 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 нашем случае мы разберём 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 начальном этапе разберём функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (5-го квалификационного уровня), в связи с тем что в имеющемся варианте сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в Corgon 20.

Выписки из Профессиональных стандартов в таблице 23, характеризуют трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (5-го квалификационного уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

						<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			61

Таблица 23 - Выписки из Профессиональных стандартов

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 с настройкой и регулировкой оборудования.
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 сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций(возможностей) сварочного оборудования. Контроль с применением измерительного инструмента	Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением. Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки. Проведение инструктажа специалистов, работающих на настраиваемых установках.
Необходимые умения:	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для	Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов. Выполнять настройку и

	<p>частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций. Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Исправлять дефекты частично механизированной сварки</p>	<p>регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки. Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки. Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе. Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Необходимые знания:</p>	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением. Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично</p>	<p>Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения. Тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами. Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения</p>
----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>механизированной сварки (наплавки) плавлением. 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>сварки.</p> <p>Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях.</p> <p>Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению.</p> <p>Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования.</p> <p>Основы металлографии сварных швов.</p> <p>Основные виды термической обработки сварных соединений.</p>
<p>Другие характеристики:</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;</p>	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП44.03.04.118ПЗ

Лист

64

	сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.	
Характеристики выполняемых работ:	прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой во всех пространственных положениях сварного шва; 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; наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов; исправление дефектов сваркой	

Вывод: Проведя сравнения профессиональных стандартов по рабочим профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (5-го квалификационного уровня) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

- Особенности автоматизированной и механизированной сварки.
- Особенности настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки.

Необходимые умения:

- Выполнение подбора, настройки и регулировки режимов на оборудование.
- Владение оборудованием полностью механизированной и автоматической сварки.
- Владение регулировкой процесса полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.
- Уметь настраивать устройства промышленной визуализации.

Исходя из сравнения можно разработать план быстрой подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данное обучение в рамках предприятия без отрыва от производства.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		65

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

Исходя из рекомендаций Института развития профессионального образования, учебный план для переобучения рабочих предусматривает наличие и порядок изучения предметов, нормирование времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Обучение при переподготовке рабочих содержит общепрофессиональный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке выбирается в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Объём часов на консультации определяется в зависимости от необходимости этой работы.

Квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и занимает около 15 минут на одного обучаемого. Квалификационная пробная работа выделяется во время практического обучения.

Учитывая анализ квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработаем план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», таблице 24. Сроки переобучения 1 месяц.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66

Таблица 24 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 5-го квалификационного разряда

Раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		56
1.1	История сварки	2
1.2	Материаловедение	6
1.3	Основы электротехника	4
1.4	Разбор основных ошибок	2
1.5	Спецтехнология	42
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		120
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	32
2.2	Работа на предприятии	78
Консультации		4
Квалификационный экзамен		6
ИТОГО		176

Внедрение разработанного учебного плана выполняется отделом технического обучения предприятия.

2.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Главной задачей обучения является, формирование у рабочих системы знаний о современной техники и новейших технологиях производства. Организации труда в рамках, необходимых для надежного овладения профессией и дальнейшего развития профессиональной квалификации рабочих, привитие ответственного отношения к труду и активной позиции. Программа обучения предмету «Спецтехнология» строится на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и с учетом требований работодателя.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		67

Таблица 25 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Подбор источники питания для автоматической сварки плавлением	3
2	Основные режим автоматической сварки плавлением	6
3	Оборудование для автоматической сварки плавлением	4
3.1	Устройство и основные узлы сварочной колонны	3
3.2	Типовые конструкции сварочных головок	4
3.3	Ролик опора для сварки	4
4	Технология автоматической сварки	5
4.1	Особенности автоматической сварки	4
4.2	Сварочные материалы для автоматической сварки под слоем флюса	4
5	Контроль качества сварных швов	2
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	3
Итого:		42

В данном плане предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, принцип работы и правильное содержание оборудования. Выполнение сварки различных типов, марок и модификаций.

2.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Сварочная головка A2 S Master с блоком управления РЕК А2».

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний устройства сварочной головки A2S Master с блоком управления РЕК А2.

					ДП44.03.04.118ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		68

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-иллюстративный.

Дидактическое обеспечение занятия:

- Плакат: « Сварочная головка A2 S Master с блоком управления РЕК А2».

- Учебники:

Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки» - М.: «Высшая школа», 1986. -279 с.;

В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки»,1997. -219 с.

- Каталог оборудования «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uniprofit.ru> Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 22.01.2019).

План-конспект

Таблица 26 – План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйтесь, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки плавлением» Тема занятия: «Сварочная головка ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2». Цель нашего занятия:	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

	«Формирование знаний об устройстве, технических характеристиках и особенностях сварочной головки ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2. Её назначение и принцип работы».	работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	<p>Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Расскажите особенности автоматической сварки? 	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 30 минут	<p>Сварочной головкой называют механизм, подающий проволоку, возбуждающий и поддерживающий горение дуги, а также прекращающий процесс сварки. Закрепляемая неподвижно сварочная головка называется подвесной. Если в конструкции сварочной головки предусмотрен механизм для ее перемещения вдоль изделия, головка называется самоходной. Головка может перемещаться по специальному пути или непосредственно по свариваемому изделию.</p> <p>Мы разберём подвесной тип сварочной головки ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2. Рассмотрим Плакат - Сварочная головка ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2.</p>  <p>Рисунок 13 - ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2</p> <p>Данное оборудование обеспечивает – гибкость и высокие стандартны качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Гибкость, надежность и превосходная работоспособность • Широкий ассортимент компонентов и модулей позволяет легко адаптировать систему для 	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочная головка и его назначение. Рассказываю про основные способы закрепления. Обращаю внимание на скорость конспектирования. Демонстрирую Плакат - Сварочная головка ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2. Обращая внимание на Рисунок 11 - ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2. Прерываю свою речь, потом повторяю. Подробнее останавливаюсь на преимуществах ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2.</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП44.03.04.118ПЗ

Лист

70

- выполнения конкретных работ.
- Двигатель A2 VEC для надежной и стабильной проволоки.
 - Точное простое слежение по стыку с помощью ручных или моторизованных слайдеров и систем управления и позиционирования PAV или автоматической системы слежения за стыком GMH.
 - Подходит для форсированных режимов сварки в среде защитных газов (GMAW), дуговой сварки под флюсом одной/двумя проволоками (SAW), а также для наплавки лентой и сварки по технологии Integrated Cold Electrode (ICE) с использованием дополнительного оборудования.
 - Блок управления РЕК А2 для быстрой и точной предварительной настройки всех параметров перед началом сварки.
 - Система обратной связи обеспечивает высокое и стабильное качество сварки, что экономит время и материалы.
 - Сварочная головка оснащена стандартным устройством подачи проволоки
 - В базовой комплектации с блоком управления РЕК А2

Обратите внимание на Плакат - Сварочная головка ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2. В таблице 20 указаны технические характеристики сварочной головки.

Макс. скорость подачи проволоки, м/мин	0,2-4,0
Диаметр проволоки, мм	3,0-6,0
Длина хода линейных слайдеров (ручных), мм	40
Длина хода линейных слайдеров (моторизованных), мм	90
Поворотный слайдер	30 ⁰
Механизм спрямления проволоки	± 45°
Допустимая нагрузка при ПВ 100%, А	1500

Таблица 20 – Технические характеристики

Основное меню служит для установки: тепловложения, тока сварки, скорости подачи, напряжения дуги, скорости применения и отображает заданные параметры. Стартовое меню служит для установки: способа возбуждения дуги, вида окончания сварки, направления сварки, способа регулирования, типа проволоки,

Обучаемые внимательно рассматривают ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2 на плакате. Рассказываю и показываю устройство сварочной головки, при этом использую плакат. По ходу объяснения прошу записать составляющие сварочной головки. Объясняю значения составных частей.

Объясняю при помощи Плакат - Сварочная головка ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2. Таблицу 20 с техническими характеристиками и прошу её переписать

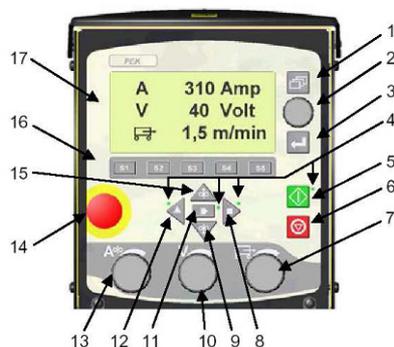
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП44.03.04.118ПЗ

Лист

71

материала проволоки, диаметра проволоки. Могут быть установлены значения функций заварки кратера и времени окончания сварки. Взгляните на Плакат - Сварочная головка ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2.



1. Выбор меню. 2. Кнопка перемещения по меню. 3. Клавиша ВВОД. 4. Реверсивное перемещение. 5. Начало сварки. 6. Остановка сварки. 7. Ручка изменения скорости уменьшения или увеличения параметров. 8. Движение влево. 9. Клавиша изменения регистра. 10. Ручка изменения напряжения. 11. Ускорение подачи проволоки. 12. Движение вправо. 13. Ручка изменения тока. 14. Выключатель аварийной остановки. 15. Кнопки регулировки вылета проволоки. 16. Программируемые клавиши. 17. Дисплей.

Рисунок 16 – Меню блока управления РЕК

Демонстрирую Плакат - Сварочная головка ESAB A6S Arc Master с блоком управления РЕК А2. Объясняю основное меню блока управления по плакату, и прошу перерисовать его.

Выдача домашнего задания

Теперь запишем домашнее задание, повторить §11.2. Комплектование и основные узлы сварочных автоматов, по учебнику В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»
Просмотреть и повторить продукцию компании ESAB по ссылке в интернете <http://www.uniprofit.ru>. Изучить конспект урока «Сварочная головка А2 S Master с блоком управления РЕК А2».

Диктую домашние задание, что нужно повторить к следующей теме.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП44.03.04.118ПЗ

Лист

72

Выполнив методическую часть дипломного проекта мы:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план-конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

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

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над дипломным проектом была разработана технология и компоновка оборудования для сварки корпуса барабана мостового крана.

Были достигнуты поставленные задачи:

- проанализирован базовый вариант изготовления корпуса барабана мостового крана;
- подобран и обоснован проектируемый способ сварки корпуса барабана мостового крана;
- проведены необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрано и обосновано сварочное и сборочное оборудование;
- разработана технология сборки-сварки;
- разработана программа подготовки электросварщиков;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта разработан проектируемый вариант технологического процесса по замене полуавтоматической сварки в Corgon 20 на автоматическую сварку под флюсом; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию сборки и сварки барабана мостового крана.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сюкасов, Г.М. Производство сварных конструкций / Г.М. Сюкасов, А.М. Фивейский, С.А. Шакуров. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 32с.
- 2 Коновалов, А.В Теория сварочных процессов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров, В.М. Неровный, Б.Ф. Якушин. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.
- 3 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
- 4 Катаев, Р.Ф. Расчет основных параметров механизированной дуговой сварки плавящимся электродом / Р.Ф. Катаев. - Екатеринбург: «УГТУ-УПИ», 2009. – 37 с.
- 5 Шебеко, Л.П. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / Л.П. Шебеко. - М.: «Высш. шк.», 1986. – 279 с.
- 6 Волченко, В.Н. Сварка и свариваемые материалы: справочное пособие / В.Н. Волченко. - М. : Металлургия, 1991 .- 256 с.
- 7 Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация при производстве сварных конструкций / С.А. Куркин. - М.: Машиностроение, 1986. – 327 с.
- 8 Волченко, В.П. Контроль качества сварных конструкций / В.П. Волченко. - М.: Машиностроение, 1986. – 155 с.
- 9 Федулова, М.А. Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы / М.А. Федулова, Д.Х. Билалов. – Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально – педагогический университет», 2014. - 49 с.
- 10 Потапьевский, А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом / А.Г. Потапьевский. – М.: Машиностроение, 2002. – 70 с.
- 11 Виноградов, В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки / В.С. Виноградов. - М.: Машиностроение, 1997. - 219 с.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		75

- 12 Севбо, П.И. Расчет и конструирование механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. - Киев: Наук. думка, 1978. – 400 с.
- 13 «Сварочное оборудование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esab.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.01.2019).
- 14 «Автоматическая сварка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asvarka.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: : 24.01.2019).
- 15 Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубченко, Б.Г. Нефедьев. - М.: Машиностроение, 2003.- 784с.
- 16 ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. - Введ. 1973-01-01.– М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 2003. – 7с.
- 17 ГОСТ 14771 – 76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Введ. 1976-28-07. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1976. – 38 с.
- 18 ГОСТ 8713 – 79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Введ. 1981-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1976. – 60 с.
- 19 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие : в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 20 Федулова, М.А. Формирование специальной компетенции будущих педагогов профессионального обучения: дисс...канд. пед. наук: 13.00.02, 13.00.08: защищена 26.12.08: утв. 30.03.09 .Федулова Марина Александровна. – Екатеринбург, 2008. — 208 с.
- 21 Патон, Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Б.Е. Патон. - М.: Машиностроение, 1974. – 768 с.
- 22 Ольшанского, И.О. Сварка в машиностроении: Справочник / И.О. Ольшанского. – М.: Машиностроение , 1978. – 504 с.
- 23 Степанова, В.В. Справочник сварщика / В.В. Степанова. М.: Машиностроение, 1975. – 520 с.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		76

24 Стеклов, О.И. Основы сварочного производства / О.И. Стеклов. М.: Высш. шк., 1981. – 160 с.

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

26 Лесков, Г.И Электрическая сварочная дуга / Г.И. Лесков. М.: Машиностроение, 1970. – 355с.

27 Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]: [Интерактивный учебник] – Электрон. дан. и прогр. – СПб. : ПитерКом, 2007. - 1 электрон. опт. диск (CD-R) зв., цв. + прил. (127 с.). – Загл. с этикетки диска. - (Дата обращения: : 27.01.2019).

28 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. - (Дата обращения: : 27.01.2019).

29 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. -(Дата обращения: : 27.01.2019).

30 Скакун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А. Скакун. - М.: Профессиональное образование, 1992. -336 с
Ч.1.: 165 с.
Ч.2.: 204 с.

					<i>ДП44.03.04.118ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77