

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
1.1. Характеристика заданной сварной конструкции, назначение, особенности и условия эксплуатации сварной конструкции	7
1.2. Обоснование выбора марки стали сварной конструкции.....	8
1.3. Технические условия на изготовление сварной конструкции.....	14
2. РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1. Выбор заготовительных операций и оборудования для их осуществления	16
2.2. Выбор способа сборки и сборочного оборудования.....	26
2.3. Выбор способа сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов.....	27
2.4. Расчет режимов сварки.....	34
2.5. Выбор методов контроля качества.....	48
2.6. Разработка мероприятий по предупреждению возникновения сварочных напряжений и сварочных напряжений.....	
2.7. Определение технических норм времени на сборку.....	56
2.8. Определение технических норм времени на сварку.....	57
2.9. Разработка технологического процесса изготовления изделия.....	61
2.9.1. Схема технологического процесса.....	65
2.9.2. Технологическая карта.....	75
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
4. Определение типа производства.....	84
4.1. Организация транспорта на участке.....	94
4.2. Расчет материальных затрат.....	95
4.3. Расчет заработной платы производственных рабочих.....	103
4.4. Расчет себестоимости сварочных работ.....	107
5. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	112

					ДП РКЭ О 22.02.06 407 01 00 ПЗ			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подпи</i>	<i>Ла</i>	Проектирование технологического процесса изготовления	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разработ</i>	<i>Васюгин</i>						3	113
<i>Руководит</i>	<i>Васяткина</i>					Цикловая комиссия		
<i>Рецензен</i>	<i>Шатурская</i>							
<i>Н.</i>								
<i>Утвердил</i>								

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	119
7. Список использованной литературы.....	120
8. ПРИЛОЖЕНИЕ	

					<i>ДП РКЭ О 22.02.06 407 01 00 ПЗ</i>			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подпи</i>	<i>Ла</i>				
<i>Разработ</i>	<i>Васюгин</i>				<i>Проектирование технологического процесса изготовления</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руководит</i>	<i>Васяткина</i>						3	113
<i>Рецензен</i>	<i>Шатурская</i>					<i>Цикловая комиссия</i>		
<i>Н.</i>								
<i>Утвердил</i>								

ВВЕДЕНИЕ

Сварке подвергаются практически любые металлы и неметаллы в любых условиях на земле, в воде и космосе. Соединения, получаемые сваркой, характеризуются высокими механическими свойствами, небольшим расходом металла, низкой трудоемкостью и невысокой себестоимостью. Надежность соединений, выполняемых сваркой, позволяет применять ее при сборке самых ответственных конструкций.

Научно-технические, экспериментальные и практические работы, выполняемые в последнее время (примерно с 1970-х годов) в области сварки, позволили создать принципиально новые конструкции машин. Главное требование- это соответствие эксплуатационному назначению. Конструкции должны быть прочными, жесткими и надёжными, а так же экономичными и минимально трудоемкими при изготовлении и монтаже. Каждая конструкция проходит 3 этапа: проектирование, изготовление и сборка или монтаж.

Основоположниками дуговой сварки являются российские ученые и инженеры- В.В.Петров, Н.Н.Бенардос, и Н.Г.Славянов. В дуговой электросварке источником тепла является электрическая дуга, которая возникает между электродом и металлом.

Сущность электродуговой сварки в том, что свариваемый металл плавится теплом дуги.

При дуговой сварке плавящимся электродом шов образуется за счет расплавления электрода и свариваемого металла. При сварке неплавящимся электродом шов заполняется металлом свариваемых частей, но иногда присадочным металлом, подаваемым в зону дуги со стороны.

Темой данного проекта является проектирование технологического процесса изготовления трубы с фланцем.

В дипломном проекте предстоит сделать:

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	4

- представить сварную конструкцию, сделать анализ условий эксплуатации всей конструкции и конструкционных единиц;
- обосновать выбор конструкционных материалов, (представление химического состава выбранных сплавов, сравнить их механические и технологические свойства);
- произвести анализ свариваемости выбранных сплавов (предварительную оценку свариваемости);
- выбрать способ сварки (перечислить достоинства и недостатки способа сварки);
- выбрать сварочные материалы и охарактеризовать их (в зависимости от выбранного способа сварки);
- рассчитать параметры режима сварки ;
- выбрать основное сварочное оборудование и предоставить его технические характеристики;
- выбрать и охарактеризовать сборочное оборудование с его компоновкой;
- подобрать метод контроля качества сварных соединений;
- описать технологический процесс сборки и сварки металлоконструкции.
- проектирование сборочно-сварочной оснастки или выбор и описание установки
- выбор метода контроля сварного изделия
- определение технических норм времени на сборку
- определение технических норм времени на сварку
- расчет оборудования, необходимого для выполнения производственной программы
- расчет численности персонала
- подсчет и планировка площади участка
- расчет материальных затрат
- дать заключение в работе.

Исследование выполненное в дипломном проекте актуально потому, что определенные аспекты сварки трубных узлов изучены не в полной мере и проведенное исследование нацелено на преодоление этого пробела.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Лп		
						5

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Характеристика сборочной единицы и анализ технологичности

Колено фланцевое (УФ) — соединительная деталь трубопровода, предназначенная для изменения направления трубопровода на 90 градусов.

Монтируется при помощи фланцевого соединения, между фланцев устанавливается прокладка и стягивается с помощью болтов с гайками. Применяется на предприятии АО «Михайловцемент» для подачи

Также колено фланцевое стальное с внутренним антикоррозионным цементно-песчаным покрытием используют для соединения стальных труб в системе холодного водоснабжения

Фланцы могут быть элементами трубы, фитинга, вала, корпусной детали и т.д. Фланец в виде отдельных деталей чаще всего приваривают или привинчивают к концам соединяемых деталей. Фланцы применяются для соединения изделий арматуры с трубопроводами, соединения отдельных участков трубопроводов между собой и для присоединения трубопроводов к различному оборудованию. Фланцевые соединения обеспечивают герметичность и прочность конструкций, а также простоту изготовления, разборки и сборки.

1.2. Обоснование выбора марки стали сварной конструкции

Марка стали 09Г2С находит свое применение при изготовлении сварных металлоконструкций, работающих в широком интервале температур от -70 до +425 °С. Сталь 09Г2С применяется в производстве труб.

Обозначение 09Г2С имеет прямой физический смысл. Цифры 09 идущие перед буквами, обозначают, что в данной марке стали 0,09% углерода. Буква «Г», обозначает, что в стали присутствует марганец, а цифра два, идущая после «Г» - что марганца до 2%. Буквой С обозначается кремний. Так как после буквы цифры

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лп	ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01					6

нет, это обозначает, что кремния в стали меньше 1%. Таким образом, 09Г2С – это низколегированная сталь таблицы 1, 2,

Таблица 1 – Характеристика материала сталь 09Г2С. [30]

Марка	Сталь 09Г2С.
Заменитель:	<u>Сталь 09Г2</u> , <u>сталь 09Г2ДТ</u> , <u>сталь 09Г2Т</u> , <u>сталь 10Г2С</u>
Классификация	Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций
Применение	Различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70 до +425°С под давлением.
Номенклатура и общие нормы	ГОСТ 19281 – 2014

Таблица 2 – Химический состав в % материала 09Г2С [30]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu
до 0.12	0.5-0.8	1.3-1.7	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.3	до 0.008	до 0.3

Таблица 3 – Температура критических точек материала 09Г2С. [30]

$A_{c1} = 725$,	$A_{c3}(A_{cm}) = 860$,	$A_{r3}(A_{rcm}) = 780$,	$A_{r1} = 625$
------------------	--------------------------	---------------------------	----------------

Таблица 4 – Механические свойства. [30]

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0.2}$, Мпа	σ_B , Мпа	$\delta_5 (\delta_4)$, %
			не менее		
<u>ГОСТ 19281-89</u>	Сортовой и фасонный прокат	До 10	345	490	21

Таблица 5 – Предел текучести $\sigma_{0,2}$ (ГОСТ 5520–79) стали 09Г2С. [30]

$\sigma_{0,2}$, МПа, при температуре испытания, 0С			
250	300	350	400
225	195	175	155

Таблица 6 – Ударная вязкость (КСУ) стали 09Г2С при отрицательных температурах [30]

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм ²	КСУ, Дж/см ² при температуре испытания, °С		
			+20	-40	-70
ГОСТ 19281-89	Сортовой и фасонный прокат	От 5 до 10	64	39	34
		От 10 до 20 вкл.	59	34	29
		От 20 до 100 вкл.	59	34	27
	Лист и полоса	От 5 до 10	64	39	34
		От 10 до 160 вкл.	59	34	29
	Лист после закалки и отпуска (образцы поперечные)	от 10 до 60 вкл.	-	49	29

Таблица 7–Механические свойства стали 09Г2С при повышенных температурах [30]

$t_{исп}$, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 %	ψ , %
20	300	460	31	63
300	220	420	25	56
475	180	360	34	67

Таблица 8 – Механические свойства стали 09Г2С в зависимости от температуры отпуска [30]

$t_{\text{исп}}, ^\circ\text{C}$	$\sigma_{0,2}, \text{МПа}$	$\sigma_{\text{В}}, \text{МПа}$	$\delta_5 \%$	$\psi, \%$
20	295	405	30	66
100	270	415	29	68
200	265	430	–	–

$t_{\text{исп}}, ^\circ\text{C}$	$\sigma_{0,2}, \text{МПа}$	$\sigma_{\text{В}}, \text{МПа}$	$\delta_5 \%$	$\psi, \%$
300	220	435	–	–
400	205	410	27	63
500	185	315	–	63

Механические свойства :

$\sigma_{\text{В}}$ – Предел кратковременной прочности , [МПа]

σ_{T} – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

δ_5 – Относительное удлинение при разрыве , [%]

ψ – Относительное сужение , [%]

КСУ – Ударная вязкость , [кДж / м²]

НВ – Твердость по Бринеллю , [МПа]

Физические свойства :

T – Температура, при которой получены данные свойства , [Град]

E – Модуль упругости первого рода , [МПа]

α – Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° - T) , [1/Град]

λ – Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала) , [Вт/(м·град)]

ρ – Плотность материала , [кг/м³]

C – Удельная теплоемкость материала (диапазон 20° - T) , [Дж/(кг·град)]

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ 0 22 02 06 407 01	
						9

R – Удельное электросопротивление, [Ом·м]

Свариваемость основного металла по его влиянию на состав и свойства металла шва, а также по его сопротивляемости образованию холодных трещин можно приближенно оценить, исходя из химического состава основного металла низколегированной стали. Сопротивляемость материала образованию трещин при сварке принято выражать посредством эквивалента углерода. Согласно ГОСТ 19281 – 2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия» и ГОСТ 27772 – 2015 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. углеродный эквивалент рассчитывается по формуле1

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

где C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P – массовые доли элементов в %.

Медь и фосфор учитывают, если их концентрации превышают следующие значения: Cu более 0,5%, P более 0,05% [1]

$$C_{\text{экр}} = 0,12 + 1,3/6 + 0,5/24 + 0,3/5 + 0,3/40 = 0,42 \%$$

Сталь обладает хорошей свариваемостью так как имеет углеродный эквивалент не превышающий 0,43 %, согласно ГОСТ 19281 – 2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия.» для сталей класса прочности 325 МПа

1.3. Технические условия на изготовление

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ О 22 О2 О6 Д07 01	1

сварной конструкции

Понятие технологичности сварной конструкции - это возможность изготовления всех деталей конструкции и с ее наименьшими трудовыми затратами удобными способами и с применением самого производственного оборудования, например штамповка деталей вместо кислородной резки. Технические требования — по ГОСТ 22790—89.

Для того чтобы при выполнении соединения дуговой сваркой шов был высокого качества, необходимо изучить соответствующий ГОСТ.

Он регламентирует размеры соединений, особенности конструктивных элементов, типы и марки материалов, которые следует использовать в процессе работы.

Аппарат для дуговой сварки должен в полной мере обеспечивать выполнение ГОСТ. Следует отметить и то, что выбор режима работы для дуговой сварки также следует делать, исходя из рекомендованных нормативов.

Различные виды нормативов при их строгом соблюдении дают возможность производить работу максимально качественно.

При сборке фланцевых соединений должно обеспечиваться симметричное расположение отверстий под болты и шпильки относительно вертикальной и горизонтальной осей фланцев и не совпадать с ними. Несовпадение отверстий соединяемых фланцев не должно превышать половины разности номинальных диаметров отверстия и устанавливаемого болта (шпильки).

При сборке фланцевых соединений должны быть выполнены следующие требования: - гайки болтов должны быть расположены с одной стороны фланцевого соединения; - длина шпилек (болтов) должна обеспечивать превышение резьбовой части над гайкой не менее чем на 1 шаг резьбы, не считая фаски; - гайки соединений с мягкими прокладками затягивают равномерно по способу крестообразного обхода: сначала затягивают одну пару противоположно расположенных болтов, затем - вторую, находящуюся под углом 90° к первой, и после этого таким же способом затягивают все болты; - гайки соединений с

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	1
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Лд		

металлическими прокладками затягивают по способу кругового обхода (при трех- или четырехкратном круговом обходе равномерно затягивают все гайки); - крепежные детали во фланцевых соединениях должны быть одной партии. Порядок сборки фланцевых соединений, контроль усилия затяжки крепежных деталей должны быть приведены в производственных инструкциях предприятия-изготовителя с соблюдением требований ГОСТ 20700 болты и шпильки соединений трубопроводов, работающих при температуре свыше 300°С, предварительно должны быть покрыты графитовой смазкой, предохраняющей их от заедания и пригорания; фланцы на замыкающих концах сборочных единиц приваривают только в случаях, когда расположение отверстий в них не ограничено. Фланцы, связанные с аппаратами, арматурой или фланцами на других узлах, после уточнения их положения по месту следует приваривать на монтаже. [5]

2. РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	1
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		

2.1 Выбор и обоснование заготовительных операций и оборудования

Изготовление заготовки трубы с фланцем можно разбить на следующие этапы:

- 1) зачистка и подготовка поверхности
- 2) подготовка кромок под сварку

Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалин, заусенцев, грата и шлака, затрудняющих процесс сварки, вызывающих дефекты сварных швов и препятствующих нанесению. Очистка ручным и механизированным инструментом представляет собой метод подготовки поверхности, обеспечивающий худшую степень ее чистоты по сравнению с достигаемой при абразивно-струйной обработке. Для достижения качества подготовки, аналогичного абразивно-струйному методу необходимо применение более чем одного типа механизированного инструмента, что делает такую подготовку поверхности более сложной и дорогостоящей. Более того, при этом невозможно удалить масло, смазки и активирующие коррозию вещества, например хлориды и сульфаты.

Однако в некоторых случаях очистке механизированным инструментом отдают предпочтение перед абразивно-струйной очисткой, например, когда необходимо избежать образования пыли или скопления отработанного абразива. Для очистки от ржавчины, окалины и старых лакокрасочных покрытий малогабаритных деталей и при их невысокой программе на машиностроительных предприятиях применяются камеры ручной струйной очистки. В этих камерах абразивно-струйная обработка поверхностей производится в замкнутом пространстве, где в зоне обработки находятся только руки оператора. К несомненным плюсам данного вида оборудования относятся отсутствие необходимости создания специальных площадок или помещений, а также отсутствие необходимости спецодежды для оператора. Выпускаемые камеры имеют два типа подачи абразивного материала: напорный и эжекторный.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	1
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		

В камерах эжекторного типа разгон и подачу абразива осуществляет сжатый воздух. В струйном пистолете сжатый воздух создает эжекцию. За счет разряжения абразив подается в сопло, где и происходит его разгон. В камерах напорного типа абразив забирается из рабочей зоны, сепарируется, очищается от пыли и крупных частиц и подается в сопло из напорного аппарата. В напорных аппаратах производительность по сравнению с эжекторными выше в несколько раз. Управление подачей абразива осуществляется пневмопедалью. рисунок1

При этом в различных модификациях камер возможна установка средств автоматизации или механизации струйно-абразивной обработки.



Рисунок1. Эжекторная абразивно-струйная камера VM3 KCO-110-I-SF-V

- 110Объем бункера, л
- 200-1200Расход воздуха, л/мин
- 4-7Макс. рабочее давление, бар
- 1-6Произв-ть, м2/час
- 2000x900x1100Габариты, мм
- 380Вес, кг

При назначении форм подготовки кромок учитывают прежде всего глубину провара, технологические и экономические условия процесса. Так например, стыковые соединения с V-образной подготовкой кромок рекомендуется применять для металла толщиной 3-26мм. При возможности кантовки стыкового

					ЛП РКЭ О 22 О2 06 Д07 01	
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		1

соединения, при доступе с двух сторон, для металла толщиной 12-40мм выполняется К-образная подготовка кромок, при толщине до 60мм Х-образная разделка. Для очистки и подготовки кромок применим угловую шлифмашину Makita M9511 (Рисунок 2)



Рисунок 2 УШМ Makita M9511

Предназначен для снятия внешней и внутренней фасок труб. Применяется при работе с трубами из цветных металлов, металлопластика и ПВХ.

2.2. Выбор способа сборки и сборочного оборудования

Единичное производство характеризуется широтой номенклатуры изготавливаемых или ремонтируемых изделий и малым объемом их выпуска. Объем выпуска - количество изделий определенных наименований, типоразмера и исполнения, изготовленных или ремонтируемых объединением, предприятием или его подразделением в течение планируемого интервала времени.

Производственный процесс изготовления продукции носит прерывный характер. На выпуск каждой единицы продукции затрачивается относительно продолжительное время. На предприятиях применяется универсальное оборудование, сборочные процессы характеризуются значительной долей ручных работ, персонал обладает универсальными навыками.

Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла	ЛП РКЭ О 22 О2 О6 Д07 01				1

В единичном мало-серийном производстве широко используют Универсально-сборные приспособления (УСП).

УСП являются системой стандартных средств технологического оснащения сборочно-сварочного оборудования. Особенность технологической подготовки производства с применением УСП заключается в том, что вместо специальных приспособлений предприятию достаточно иметь универсальный набор взаимозаменяемых деталей и узлов. При необходимости из них собирают разнообразные приспособления для выполнения конкретных операций. По окончании обработки требуемого количества деталей приспособление разбирают на составляющие его элементы, которые используют для компоновки других приспособлений, предназначенных для выполнения иных операций.

Приспособления собирают без чертежей и схем, не затрачивая времени на проектирование и изготовление специальных приспособлений. Стоимость комплекта деталей УСП окупается в течении короткого периода за счет незначительных затрат времени на сборку и возможности многократной обрачиваемости элементов УСП. В нашем случае УСП:

-магнитный монтажно-сварочный угольник, применяемый для позиционирования взаимно перпендикулярных поверхностей при монтаже деталей опоры технологического трубопровода;

- монтажный эксцентриковый ручной захват.

Угловой сварочный магнит Magswitch BoomerAngle 600 (рис 1) предлагает практически неограниченные углы с вращающимся в конце каждой оси с 10-дюймовым регулируемым углом с двумя сверхсильными 50-миллиметровыми MagSquares, каждая из которых имеет отрывную силу до 550 фунтов и обеспечивает :

-Быстрое и легкое включение выключение магнита.

-Реверсивный для внутреннего или внешнего удержания.

-Держится ровно и труба.

-На 180 градусов выключите ручку Magswitch, чтобы активировать деактивировать.

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ О 22 О2 О6 Д07 01	1

- Удерживающая сила Magswitch постепенно увеличивается, когда ручка поворачивается, что позволяет позиционировать
- Универсальность: вращающиеся Magswitches для практически неограниченных углов.
- Предустановленные позиции на 90 градусов внутри и снаружи.



Рис.1 Угловой сварочный магнит Magswitch BoomerAngle 600



Рис 2. монтажный эксцентриковый ручной захват

Сборочная операция осуществляется с целью придания проектного положения с последующим закреплением их в этом положении при помощи специальных приспособлений или прихваток. Прихватка - короткий сварной шов уменьшенного сечения, служащий для предварительного соединения подлежащих сварке элементов. Выполняются прихватки при помощи ручной сварки или механизированной сваркой в углекислом газе. Сборочные работы выполняются в соответствии с техническими требованиями СН и П 3.03.01.-87 и ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные стальные. Сварка. Основные требования».

К операции сборки предъявляются следующие требования:

1. Размеры и форма конструктивных элементов, подготовленных к сварке, должны соответствовать требованиям ГОСТов, нормам и техническим условиям. Размеры зазоров, величина превышения, собранных под сварку кромок, не должны быть выше принятых стандартов на сварные соединения.

2. Сборочные прихватки должны выполняться-таки же сварочными материалами, какие выбраны для сварки. Качество прихваток должно отвечать требованиям к проектным сварным швам.

3. Отклонения в размерах и геометрической форме собранных под сварку элементов не должны превышать величин, допускаемых СН и П 3.03.01-87 и другими нормативными документами.

Сборочные приспособления используются для установки собираемых элементов и требуемое чертежом положение, закрепление их относительно друг друга для осуществления прихваток.

Производительность поузловой сборки металлоконструкции выше, чем последовательной или полной, так как можно организовать одновременную сборку всех узлов. Качество металлоконструкций, при производстве которых применялась поузловая сборка, может быть также выше, так как правку отдельных узлов выполнять легче, чем более жесткой, полностью сваренной металлоконструкции, изготовленной, например, с применением полной сборки. После завершения сборочных работ собранное изделие передается на сварку.

2.3. Выбор способа сварки, сварного оборудования и сварочных материалов

Выбор способа сварки производим с учетом толщины деталей вместе их соединения, типа и конструктивного оформления, протяженности и конфигурации, доступности и положения шва в пространстве, особенностей свариваемости, программы выпуска и т. д.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	1
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Лд		

Для сварки колена с фланцем была выбрана ручная дуговая сварка потому, что:

- Сварка может осуществляться в разных положениях,
- метод ручной сварки позволяет работать с большим количеством металлов. Легкость в переноске и транспортировке;
- Нет необходимости в использовании газа и прочих дополнительных материалов;
- Быстрая подготовка к использованию.

Сварка различных труб ручной дуговой сваркой заключается в образовании в точке приложения электрода к поверхности трубы высокотемпературной электрической дуги. Под её действием металл электрода расплавляется до жидкого состояния и каплями стекает вниз в точку соединения двух элементов трубопровода, металлическая поверхность которых также расплавляется до полужидкого состояния. Попавшие на стык металлические капли, застывая, соединяют между собой детали, и герметизирует шов. Шлак, содержащийся в электроде, всплывает наверх сварочного расплава до момента застывания последнего.

Плюсы и минусы ручной дуговой сварки

Плюсы:

1. Не требует сложного обучения
2. Высокая производительность процесса
3. Не высокая стоимость расходных материалов
4. Простота процесса легко позволяет произвести его автоматизацию и механизацию
5. Маленькая область нагрева поверхности.

Минусы:

1. привязка к электросети
2. Невозможности работы без преобразователей тока и трансформаторов.
3. Наличие предварительного этапа подготовки свариваемых поверхностей

Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла	ЛП РКЭ О 22 О2 06 Д07 01	
						1

Инверторный сварочный аппарат Ресанта САИ-190(рис 3) подходит для сварочных работ электродом до 5 мм. Регулировка тока сварки от 10 до 190 А для более точной работы и ровных сварных швов. Наличие ремня повышает удобство переноса аппарата. Современные функции горячего старта и антизалипания помогут быстрее и лучше справиться с любой работой. Защита от перегрева продлит срок использования.



Рисунок 3 Ресанта САИ-190

Таблица 9. Технические характеристики сварочный аппарат Ресанта САИ-190

Число фаз	однофазная сеть
Входное напряжение	260 В
Минимальное входное напряжение	140 В

Потребляемая мощность (MIG/MAG)	7.2 кВт
Напряжение холостого хода	85 В
Минимальный сварочный ток (MIG/MAG)	10 А
Максимальный сварочный ток (MIG/MAG)	190 А
Рабочий цикл при максимальном сварочном токе	70 %
Максимальный сварочный ток при 100% цикле	120 А
Диаметр электрода (max)	5 мм
Диаметр электрода (min)	1.6 мм



рисунок 4

Электрододержатель HANDY STYLE 200A 150A-60%ПВ START STHS200 (рис.4) используется для ручной дуговой сварки током до 200 А штучными электродами диаметром 1.6-4.0 мм. Модель винтового типа. Голова и ручка

полностью изолированы. Два отверстия под углами 45° и 90° в различных позициях. Кабель закрепляется двумя винтами с внутренним шестигранником.

Выбор сварочных материалов осуществляется с учетом химических и механических свойств сварочного металла. Кроме того, нужно учитывать технологические особенности сварочной конструкции и состав сварки. В данном случае для автоматической сварки фланца выбирается Ручная дуговая сварка и электроды марки АНО -21.

Рутиловая обмазка на основе диоксида титана позволяет сваривать заготовки во влажном состоянии и со следами коррозии. Изделие способно работать во всех сварочных положениях и направлениях, что особо важно для проварки неповоротных стыков трубопроводов.

Напряжение холостого хода должно быть не менее 50 вольт, работать можно прямой и обратной полярностью, а также переменными током. АНО-21 выпускаются диаметром 2; 2,5; 3 и 4 мм. .

Сварочная проволока, используемая для производства АНО-21, содержит добавки, повышающие коэффициент поверхностного натяжения расплава. Это позволяет варить потолочные и вертикальные швы, не опасаясь вытекания металла из сварочной ванны.

Химический состав АНО-21 неизменен для всех диаметров и длин ассортимента. Он определяет физико-химические и эксплуатационные свойства изделия. Нормированное процентное содержание легирующих добавок и максимальное содержание примесей [указано в таблице 9]

Таблица 9.

C	Si	Mn	S	P
0,1	0,3	0,5–0,8	0,04	0,045

Химический состав регламентирован государственным стандартом и обязателен к соблюдению для всех производителей электродов. На практике между их продукцией наблюдается определенная разница в химическом составе.



Рисунок 4. Электроды сварочные АНО -21

Электроды сварочные АНО -21 обладают следующими достоинствами:

1. доступность;
2. быстрый поджиг электродуги;
3. формирование легкого и быстро удаляемого шлакового слоя поверх;
4. материала шва;
5. слоя прочность, долговечность и герметичность шва.

Таблица 10. Электроды сварочные АНО -21

Диаметр элетродов	Основное покрытие	Рекомендуемый св ток
1-5 мм	Рутиловое	Переменный-Постоянный любой полярности

2.4 Расчет режимов сварки

Режимом сварки называют основные показатели, определяющие процесс сварки, которые устанавливаются на основе исходных данных и должны выполняться для получения сварного соединения требуемого качества, размеров и формы, установленных проектом. При сварке угловых швов диаметр электрода выбирается в зависимости от катета шва.

Швы стыковых соединений могут выполняться с разделкой и без разделки кромок по ГОСТ 5264-80.

Диаметр электрода при сварке швов стыковых соединений выбирают в зависимости от толщины свариваемых деталей.

[При выборе диаметра электрода при сварке стыковых швов в нижнем положении следует руководствоваться данными таблицы 11]

Таблица 11. - Рекомендуемые диаметры электродов при сварке стыковых швов в нижнем положении, мм

Толщина свариваемых деталей	Рекомендуемый диаметр электрода
1,5	1,6
2,0	2,0
3,0	3,0
4 - 5	3 - 4
6 - 8	4,0
9 - 12	4 - 5
13 - 15	5,0
16 - 20	5 - 6
21 - 24	6 – 10

При сварке многослойных швов на металле толщиной 10 – 12 мм и более первый слой должен свариваться электродами на 1 мм меньше, чем указано в таблице 1, но не более 5 мм (чаще всего 4 мм), так как применение электродов больших диаметров не позволяет проникнуть в глубину разделки для провара корня шва.

При определении числа проходов следует учитывать, что сечение первого прохода не должно превышать 30-35 мм² и может быть определено по формуле:

$$F_1 = (6 - 8) \cdot d_{эл}, \text{ мм}^2, \quad (1)$$

а последующих проходов – по формуле:

$$F_c = (8 - 12) \cdot d_{эл}, \text{ мм}^2, \quad (2)$$

$$F1=6*4=24 \text{ мм}^2$$

$$F2=8*4=32 \text{ мм}^2$$

где F_1 – площадь поперечного сечения первого прохода, мм²;

F_c – площадь поперечного сечения последующих проходов, мм²;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

Для определения числа проходов и массы наплавленного металла требуется знать площадь сечения швов.

Площадь сечения швов представляет собой сумму площадей элементарных геометрических фигур, их составляющих. Тогда площадь сечения одностороннего стыкового шва выполненного без зазора можно определить по формуле:

$$F_1 = 0,75 e \cdot g, \text{ мм}^2, \quad (3)$$

$$F_1 = 0,75 \cdot 10 \cdot 0,5 = 3,75 \text{ мм}^2$$

а при наличии зазора в соединении – по формуле:

$$(F_1 + F_2) = 0,75 e \cdot g + 8 \cdot v, \text{ мм}^2, \quad (4)$$

$$(F_1 + F_2) = 0,75 \cdot 10 \cdot 0,5 + 8 \cdot 2 = 19,75$$

где e – ширина шва, мм; g – высота усиления шва, мм; S – толщина свариваемого металла, мм; v – величина зазора в стыке, мм.

Площадь сечения стыкового шва с V-образной разделкой и с подваркой корня шва (см. рис. 1) определяется как сумма геометрических фигур:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + 2F_4, \quad (5)$$

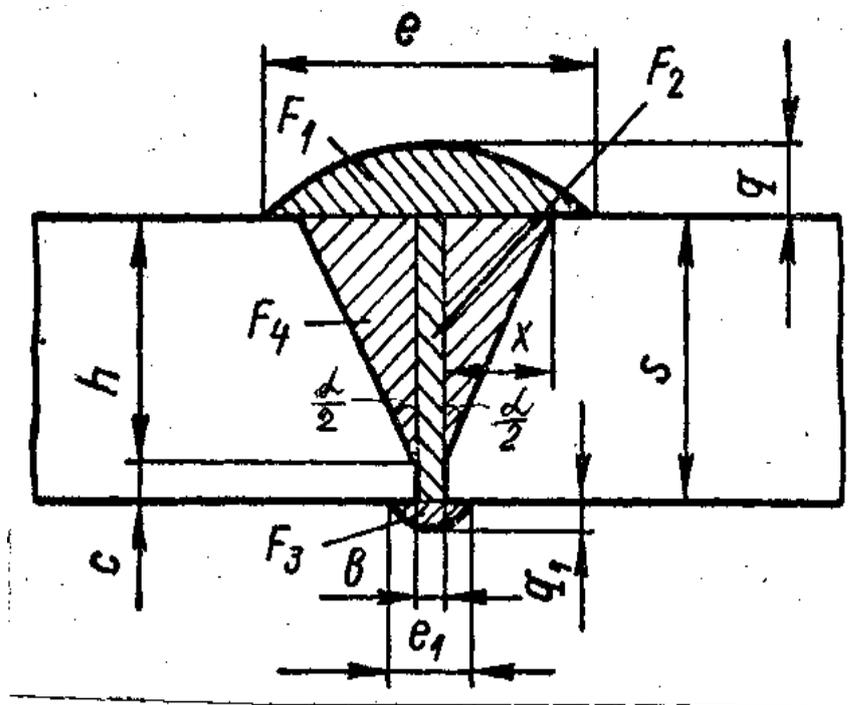


Рисунок.1. Геометрические элементы площади сечения стыкового шва:

где S – толщина металла, мм; h – глубина проплавления, мм; c – величина притупления, мм; e – ширина шва, мм; e_1 – ширина подварки корня шва, мм; v – величина зазора, мм; g – высота усиления шва, мм; g_1 – высота усиления подварки корня шва, мм; α – угол разделки кромок.

Глубина проплавления определяется по формуле:

$$h = (S - c), \text{ мм.} \quad (6)$$

$$h=8-2=6$$

Площадь сечения геометрических фигур ($F_1 + F_2$) определяют по формуле 4, F_3 – по формуле 3, а площадь прямоугольных треугольников F_4 определяют по формуле:

$$F_4 = h \cdot x/2, \text{ мм}^2, \quad (7)$$

где $x = h \cdot \text{tg } \alpha/2$;

тогда: $x = 25/2 = 0,46$

$$F_4 = (h^2 \cdot \text{tg } \alpha/2) / 2, \text{ мм}^2, \quad (8)$$

$$F_4 = (6^2 \cdot 0,46) / 2 = 8,28 \text{ мм}^2$$

Но рассматриваемая нами площадь V-образного шва состоит из двух прямоугольных треугольников, поэтому:

$$2F_4 = h^2 \cdot \text{tg } \alpha/2, \text{ мм}^2. \quad (9)$$

Подставляя значения элементарных площадей в формулу (5), получим:

$$F_n = 0,75 \cdot e \cdot g + v \cdot S + 0,75 e_1 \cdot g_1 + h^2 \cdot \text{tg } \alpha/2, \text{ мм}^2. \quad (10)$$

$$F_n = 0,75 \cdot 10 \cdot 0,5 + 2 \cdot 8 + 0,75 \cdot 10 \cdot 0,5 + 4^2 \cdot 0,46 = 16 \text{ мм}^2$$

При X-образной разделке площадь наплавленного металла подсчитывают отдельно для каждой стороны разделки.

Зная общую площадь поперечного сечения наплавленного металла (F_n), а также площадь поперечного сечения первого (F_1) и каждого из последующих проходов шва (F_c), находят общее число проходов « n » по формуле:

$$n = (F_n - F_1 / F_c) + 1. \quad (11)$$

$$n = 1,66 = 2$$

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	
						2

Полученное число округляют до ближайшего целого.

Расчет сварочного тока при ручной дуговой сварке производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока по формуле:

$$I_{св} = F_{эл} \cdot j = (\pi \cdot d_{эл}^2 / 4) \cdot j, \text{ А}, \quad (12)$$

$$I_{св} = F_{эл} \cdot j = (3,14 \cdot 9 / 4) \cdot 14 = 105 \text{ А}$$

где $\pi - 3,14$;

j – допустимая плотность тока, А/мм²;

$F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, мм²;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

Сварочный ток определяется для сварки первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов.

Допустимая плотность тока зависит от диаметра электрода и вида покрытия: чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения (см. табл. 12).

Таблица 12 - Допустимая плотность тока в электроде при ручной дуговой сварке

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода, мм				
	2	3	4	5	6 и более
Основное	15,0-20,0	13,0-18,5	10,0-14,5	9,0-12,5	8,5-12,0
Кислое, рутиловое	14,0-20,0	13,5-19,0	11,5-15,0	10,0-13,5	9,5-12,5

Напряжение на дуге при ручной дуговой сварке изменяется в пределах 20-36 В и при проектировании технологических процессов ручной дуговой сварки не регламентируется. Поэтому напряжение на дуге следует принять $U=30\text{В}$.

Скорость перемещения дуги (скорость сварки) следует определять по формуле:

$$V_{св} = L_{н} \cdot I_{св} / \gamma \cdot F_{н} \cdot 100, \text{ м/ч}, \quad (13)$$

$$V_{св} = 8 \cdot 105 / 7.8 \cdot 16 \cdot 100 = 2.8 \text{ м/ч}$$

где $L_{н}$ – коэффициент наплавки, г/А час; (см. табл. 3)

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, г/см³ (7,8 г/см³ – для стали);

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла, мм².

Скорость перемещения дуги (скорость сварки) определяют для первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов. Результаты расчета режима сварки стыкового шва следует занести [в табл. 13.]

Таблица 13 - Режимы сварки стыкового шва и его размеры

Сварка	Режимы сварки			
	$d_{эл}$, мм	$I_{св}$, А	$U_{д}$, В	$V_{св}$, м/ч
Первого прохода	4	105	30	2.8

2.5. Выбор методов контроля качества

Контроль любого сварочного соединения начинает проводиться еще при непосредственном создании сварного шва. Визуальный контроль является частью работы сварщика, и он периодически проводит внешний осмотр (на непровар, подрез и верность катета) несколько раз до полного окончания всего объема работы. Так же это старейший метод контроля итоговой работы и суть его существенно не поменялась, но методика реализации за последние годы усовершенствовалась.

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

измерения с помощью оптических приборов и инструментов, заключить акт визуального осмотра.

Для наблюдения и выявления дефектов:

- Обзорные, телескопические, напольные лупы;
- линзы;
- микроскопы;
- эндоскопы и др.

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

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

- измерительные лупы;
- угольники поверочные 90° лекальные;
- угломеры с нониусом;
- штангенциркули, штангенрейсмасы и штангенглубиномеры;
- щупы;
- микрометры;
- измерители стенок труб и толщиномеры индикаторные;
- калибры;
- металлический измеритель длины (рулетки, стальные измерительные линейки);
- УШС-2, УШС-3 (шаблоны для геометрических параметров швов);
- поверочные плиты;

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	2
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		

Ответственные конструкции проверяются визуальным измерительным методом контроля, а при положительном результате переходим в ультразвуковому контролю.

Ультразвуковая дефектоскопия используется во многих отраслях промышленности и техники. Неоценимое значение она имеет при диагностике состояния труб и сварных стыков, так как позволяет определить точную локализацию, как поверхностного дефекта, так и внутреннего.

Даже хорошо отлаженная технология сварки не обеспечивает стопроцентного отсутствия дефектов сварных швов, которые приводят к снижению надежности и долговечности изделий. С помощью ультразвуковой диагностики можно осуществить осмотр поверхности сварного соединения на предмет наличия следующих поверхностных дефектов:

- Поверхностные поры;
- Трещины;
- Надрезы;
- Наплывы;
- Свищи;
- Подрезы и т.д.

Ультразвуковая дефектоскопия основана на использовании ультразвуковых колебаний, которые легко проникают во всю толщу металла, выявляя дефекты.

Это происходит так:

1. Пучок ультразвуковых волн от вибрирующей пластинки направляется на контролируемое изделие.
2. При встрече с дефектом пучок ультразвука отражается от него и усиливается другой пластинкой, которая, наоборот, превращает ультразвуковые сигналы в электрические.
3. Эти сигналы после усиления подаются на осциллограф и вызывают отклонения луча на экране электронной трубки;
4. По виду этого отклонения судят о характере дефекта.

Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла	ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	3

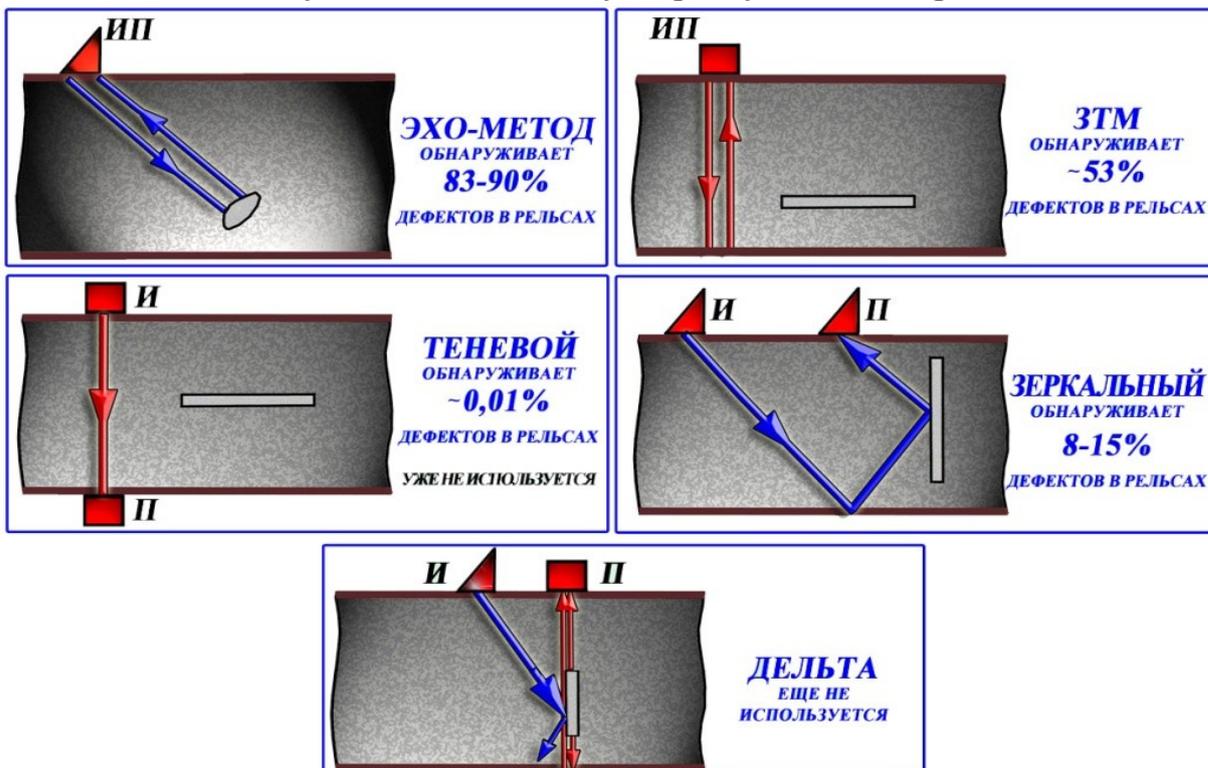
Специальные приборы позволяют определить даже мельчайшие дефекты в контролируемых объектах, гарантируя надежное качество проверки.

Многие методы диагностики не дают возможности провести проверку сварного соединения по всей длине и контроль проводят только в нескольких точках соединения. Результаты измерения в таком случае просто усредняют. При подобной проверке снижается достоверность результатов контроля и повышается вероятность возникновения недопустимых погрешностей.

При использовании ультразвука можно получить данные о наличии либо отсутствии дефектов по всей длине сварного шва. Проверка оборудования осуществляется без его повреждения (отсюда второе название неразрушающая ультразвуковая диагностика). Для проверки не требуется привлечение громоздкой, неудобной техники. Немалым плюсом является и то, что не нужно предварительно подготавливать поверхности конструкции. Процедура проверки проводится очень быстро, она достаточно проста, благодаря чему используется на любом производстве.

Существует несколько методов ультразвукового контроля: эхо-импульсный, эхо – зеркальный, эхо – сквозной, дельта – метод (разновидность эхо-зеркального), когерентный метод (разновидность эхо-импульсного), теневой, зеркально теневой. Данные методы представлены ниже на рисунке 13.

Рисунок 13 – Методы ультразвукового контроля



2.6 Разработка мероприятий по предупреждению возникновения сварочных напряжений и деформации

Для предвидения и выполнения напряжений и деформаций, которые снижают качество конструкции, снижают производительность в отчете по преддипломной практике предвидены такие мероприятия:

- рациональная технология сборки и сварки, которая включает в себя правильный выбор вида и режима сварки, а также правильную последовательность наложения швов;
- жёсткое крепление детали осуществляется за сварочными прихватками в отдельных местах шва или жёсткими сборочно-сварочными приспособлениями или креплениями устройствами приспособлениями;
- закрепление рекомендуется при сварки плоских листов для предотвращения угловых деформаций;
- правильный тепловой режим;
- правильная последовательность наложения швов в максимально в нижнем положении.

2.7. Определение технических норм времени на сборку

Норма времени на сборку металлоконструкции $T_{шт.св.}$, минут для ручной дуговой сварки определяется как сумма затрат времени на установку, крепление и прихватку отдельных деталей, времени на поворот конструкции в процессе сборки, а также времени на съём сварной конструкции с приспособления (стенда, УСП и др.) и её укладку на место складирования.

Технологический процесс сборки-сварки расписан [в таблице 14]

Таблица 14- Технические нормы времени на сборку трубы с фланцем

№	Содержание перехода	Значение параметра	Норма времени на параметр	Норма времени
Пере-				
Хода				

				T _{штг}
1	Зачистить места под сварку от масла, ржавчины и прочих загрязнений механизировано	L _{с разд.} = 0.5м	0,61	0.3
		L _{без. разд.} = 0.5	0,56	0.28
2	Установить деталь поз 1,2 в приспособление по упору	Вес детали 7 кг	0,9	0,9
3	Прижать деталь поз. 1,2 на 2 упора		0,45	1,8
5	Установить деталь поз 1.1 в приспособление по упору	Вес детали 7 кг	1,0	1,0
6	Прихватить деталь поз. 1,2 к детали поз. 1,1 на 4 прихватки	Длина прихватки 15мм	0.5	2,0
8	Контроль рабочим мастером	0,2	0,2	
9	Отжать упоры		0,45	3,6
10	Снять деталь поз. 1 с приспособления отнести к рабочему месту сварщика	Вес детали 7кг	2,6	2,6
Итого времени:	12.48			

2.8. Определение технических норм времени на сварку

Основными факторами, определяющими продолжительность электродуговой сварки, являются: тип и пространственное положение шва, характер подготовки кромок, толщина свариваемых деталей, число слоёв и длина шва, сила и род тока, способ сварки (ручная, полуавтоматическая или автоматическая).

Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла	ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01					3

Нормирование сварочных работ предусматривает определение всех составляющих норм времени:

подготовительно-заключительного;

основного;

вспомогательного;

времени обслуживания рабочего места;

времени на отдых и личные надобности.

Подготовительно-заключительное время при сварке включает затраты времени на получение производственного задания и сварочных материалов, на инструктаж и ознакомление с работой, на получение и сдачу инструмента, на поставку приспособлений и настройку сварочного оборудования на заданный режим и опробование режима на планках, сдачу работы.

Основное время при сварке – это время горения дуги.

Вспомогательное время при сварке складывается из времени, зависящего от длины шва, времени, зависящего от формы изделия, и времени, зависящего от типа оборудования.

Вспомогательное время $T_{вш}$, зависящее от длины шва, включает затраты на зачистку кромок перед сваркой, на зачистку шва от шлака и брызг после каждого прохода, смену электродов, осмотр, промеры, переходы сварщика к началу шва при многопроходной сварке.

Вспомогательное время, связанное с изделием, $T_{ви}$ – это время на установку изделия под сварку и снятия после сварки, на повороты изделия в процессе сварки.

Вспомогательное время, связанное с оборудованием – это время на подготовку, на установку и снятие токопровода, направляющего пути для электрода на изделие, на установку к началу шва и отключение установки для сварки.

Время обслуживания рабочего места включает затраты времени на раскладку и уборку инструмента, включение, регулирование и выключение источника тока и токопровода, инструктаж мастера в процессе работы,

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	3

подготовку автомата к работе и уборку после смены, устранение мелких неполадок и обеспечение исправного состояния оборудования, уборку рабочего места.

Время на обслуживание рабочего места и время на отдых и личные надобности при ручной сварке выражается в процентах от оперативного времени, в зависимости от условий выполнения сварки. Оперативным временем сварки считается сумма основного и вспомогательного времени.

Расчёт штучно-калькуляционного времени ручной дуговой сварки производится по формулам, мин:

– для серийного и крупносерийного производства:

$$T_{ш} = [(T_o + T_{всп. ш.}) l_{ш} + T_{всп. изд.}] + T_{пз} / n, \quad (21)$$

где T_o – основное время сварки одного погонного метра шва, мин;

$T_{всп. ш.}$ – вспомогательное время на один погонный метр шва, зависящее от длины шва, мин;

$l_{ш}$ – длина шва, м;

$T_{всп. изд.}$ – вспомогательное время, связанное с изделием, мин;

Основное время ручной дуговой сварки.

$T_o = 9,7 \text{ мин} \cdot 1 \text{ пог. м}$

Находим вспомогательное время, связанное с изделием

$T_{всп. ш.} = 0,05 + 0,10 + 0,10 + 0,30 + 0,3 + 0,78 + 0,3 = 1,93 \text{ мин}$

Находим вспомогательное время, связанное с изделием

$T_{ви} = 4,5 \text{ мин}$

Находим оперативное время

$T_{оп} = (T_o + T_{вш}) \cdot L + T_{ви};$

$T_{оп} = (9,7 + 1,93) \cdot 0,55 \cdot 2 + 4,5 = 16,32 \text{ мин}$

Находим время на обслуживание рабочего места принимаю равным 12% (карта 59)

$T_{обс} = 0,12 \cdot 16,32 = 1,95 \text{ мин}$

Находим время на отдых и естественные надобности – 9% [11]

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	3
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		

$$T_{o.e.n} = 0,09 \cdot 16,32 = 1,46 \text{ мин}$$

Находим штучное время

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{опс} + T_{o.e.n} = 16,32 + 1,95 + 1,46 = 19,73 \text{ мин}$$

Находим подготовительное-заключительное время для ручной дуговой сварки в среде защитных газов

$$T_{пз} = 4 + 3 + 4 + 6 + 2 = 19 \text{ мин}$$

Находим норму времени на ручную дуговую сварку

$T_{ш.к} = 19,73 + 19/150 = 19,85 \text{ мин}$ так как в стенку крана входит 2 полубуксы то общее штучно-калькуляционное время на ручную дуговую сварку равно

$$T_{ш.к} = 19,85 \cdot 2 = 39,7 \text{ мин}$$

Таблица 15. Операции

№ операции	Способ сварки	Тип соединения	T_o мин	$T_{вш}$ мин	$T_{ви}$ мин	$L_{шв}$ м	$T_{ш-к}$ мин
	Ручная дуговая	Стыковое	1,3	1,5	1,6	0,61	4,304

2.9 Разработка технологического процесса изготовления изделия

2.9.1 Схема техпроцесса

Сварка трубы с фланцем включает в себя следующие виды работ:

- Подготовка кромок трубы;
- Сборка стыков;
- Предварительный подогрев стыков;
- Прихватка стыков;
- Сварка стыков.

Перед сборкой трубы необходимо рассортировать на группы с плюсовым и минусовым отклонением внутреннего диаметра от номинального значения.

При сборке стыков трубопроводов должны быть обеспечены правильное фиксированное взаимное расположение стыкуемых труб и деталей, а также свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом.

Сборку стыков трубопроводов следует выполнять в соответствии требованиями ГОСТ16037-80 и технической документации.

Сборку стыков и деталей трубопроводов необходимо осуществлять с помощью сборочных устройств (приспособлений), позволяющих равномерно распределять по окружности стыка смещения кромок, возникающие из-за погрешностей размеров и формы стыкуемых концов труб и деталей трубопроводов.

При температуре окружающего воздуха ниже -15°C произвести подогрев свариваемых концов труб на ширине не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок до температуры $+100+30^{\circ}\text{C}$.

При температуре окружающего воздуха выше -15° и/или наличии влаги на концах труб произвести подогрев торцов на ширине не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок до температуры $+50+30^{\circ}\text{C}$.

Сварной шов выполняется за два приема. Периметр стыка условно делится вертикальной осевой линией на два участка, каждый из которых имеет три характерных положения:

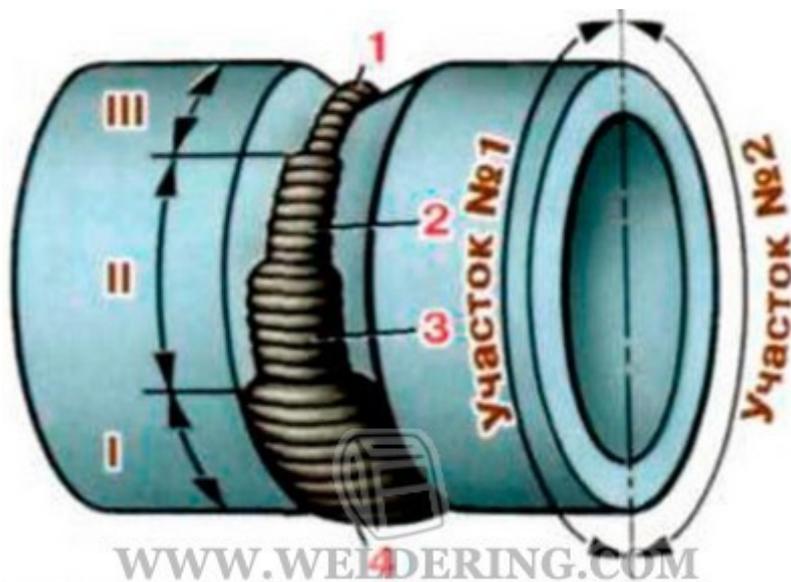
- потолочное (позиции 1-3);
- вертикальное (позиции 4-8);
- нижнее (позиции 9-11).
- Каждый участок сваривается с потолочного положения. Сварка ведется только короткой дугой:
- $l_{\text{min}}=0,5 d_{\text{э}}$, мм,
где $d_{\text{э}}$ — диаметр электрода.
- Оканчивают шов в нижнем положении.

Перед сваркой второго участка нужно зачистить начальный и конечный участки шва с плавным переходом к зазору или к предыдущему валику. Сварку второго участка следует выполнять так же, как и первого.

Для корневого шва применяют электрод диаметром 3 мм. Сила тока в потолочном положении 80-95 А. На вертикали ток рекомендуется уменьшить до 75-90 А. При сварке в нижнем положении ток увеличивают до 85-100 А.

При сварке труб с качественным формированием корня шва без подварки проплавление достигается путем постоянной подачи электрода в зазор. Добиваясь проплавления внутри трубы, можно получить шов с выпуклой поверхностью, что по требует последующей механической его зачистки в потолочном положении.

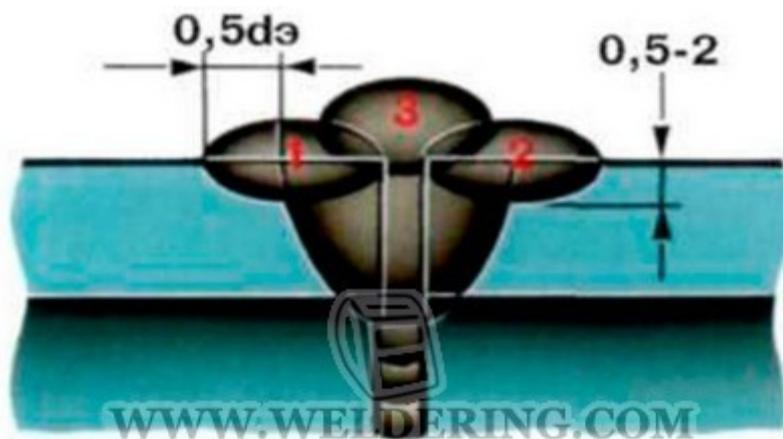
Заполнение разделки труб с толщиной стенки более 8 мм происходит неравномерно. Как правило, отстает нижнее положение. Для выравнивания заполнения разделки необходимо дополнительно наплавить валики в верхней части разделки. Предпоследние слои должны оставить незаполненную разделку на глубину не более 2 мм.



Облицовочный шов сваривают за один или несколько проходов.

Предпоследний валик заканчивают так, чтобы разделка осталась незаполненной на глубину 0,5-2 мм, а основной металл по краям разделки был переплавлен на ширину 1/2 диаметра электрода.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		3



При сварке труб диаметром менее 150 мм с толщиной стенки менее 6 мм, а также в монтажных условиях, когда источник питания удален от места работы, сварку ведут при одном и том же значении сварочного тока.

Рекомендуется подбирать токовый режим по потолочному положению, ток в котором достаточен и для нижнего положения. При сварке на подъеме из потолочного положения в вертикальное, чтобы не было чрезмерного проплавления, следует прибегнуть к прерывистому формированию шва.

При этом способе периодически прерывают процесс горения дуги на одной из кромок.

Сварка фланцев — техника

Величина зазора в стыке или как часто его называют люфт часто определяет технику сварки. В общей сложности 7/10 всех стыков «внутренний диаметр фланца-труба» требуют наличия небольшого люфта.

В случае когда зазор не требуется, используется техника в лодочку, так как она минимально подвержена затеканиям расплавленного металла и при этом кромки глубоко провариваются. Если люфт превышает 1.

5 мм, для хорошей свариваемости применяется техника поперечных колебательных движений электрода под углом 30° к плоскости оси трубы.

Для зазора в 4-5мм, сварка ведется угловыми швами с большими катетами равными стандартной величине плюс высота зазора.

Ширина и высота шва зависят от размера трубы в поперечнике. Обратимся к примерам. Для внешнего шва необходимо большее количество наплавленного металла со стороны фланца.

Таким образом шов немного не симметричен и его катет на трубе будет меньше. Ширина внутреннего шва в идеале должна соответствовать толщине трубы, но не более 0,7 см. Высота — от 0,5 до 1 см в зависимости от сечения трубы в поперечнике.

Сварка фланцев должна проводиться с двух сторон. Чтобы получить крепкое соединение необходимо сначала проварить с наружной, а после для уплотнения с внутренней стороны. Таким образом внутренний и наружный сварные швы очень прочно соединят две части сварного узла. Такая практика применима для плоских стальных фланцев.

При этом в тех местах, где зазоры более 2,5 мм, для присадки используется электрод или сварочная проволока о 1.6-2.5 мм.

Сварка фланцев с двух сторон начинается сначала с внутренней стороны. После сравниваются неровности прихватки с внешней стороны, проводится зачистка и сварка в направлении слева- направо. Два прохода нужны только в том случае, если получается большой зазор. Накладка сварного шва только с одной стороны применима для стальных фланцев, привариваемых встык, когда вплотную соединяются «воротник» фланца и торец трубы.

					ЛП РКЭ О 22 О2 06 Д07 01	4
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		

<1.0	<10	10-2000	1500- 100000	75000- 200000	200000
1.0-2.5	<10	10-1000	1000-50000	50000- 100000	100000
2.5-5.0	<10	10-500	500-35000	35000- 75000	75000
5.0-10.0	<10	10-300	300-25000	25000- 50000	50000
> 10	<10	10-200	200-10000	10000- 25000	25000

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изготавливаемых изделий и большим объемом выпуска, повторяющихся через определенный промежуток времени партиями.

3.2. Расчет потребного оборудования для выполнения производственной программы.

Действительный фонд времени работы оборудования рассчитывается по формуле при среднем количестве рабочих дней в году 245:

$$\Phi_{д} = 245 \cdot 8 \cdot n_{см} \cdot K_p \quad (10)$$

В формуле (10) $n_{см}$ – число смен в сутках; K_p – коэффициент, учитывающий плановые простои оборудования, обусловленные выполнением ремонтных работ и особенностями технологии производства, зависит от числа смен в сутки: при работе в одну смену $K_p = 0,97$.

$$\Phi_{д} = 245 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1900 \text{ (ч)}$$

Необходимое количество сварочного оборудования рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{T_{н.о}}{\Phi_{д} \cdot K_{е}} \quad (11)$$

В формуле (11) $T_{н.о}$ – нормированное по действующим нормам время (трудоемкость сварочных работ), необходимое для выполнения на данном типе оборудования годового объема работ.

$$T_{н.о} = 4,304 \cdot 12000 = 860 \text{ (ч)}$$

$K_{е} = 1,1$ – средний коэффициент выполнения действующих норм.

$\Phi_{д} = 1900$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования.

$$N = \frac{860}{1900 \cdot 1,1} = 0,42 \text{ (шт.)}$$

Принимаем количество сварочного оборудования – 1 шт.

3.3. Расчет численности персонала

Определяем численность рабочих сварщиков по формуле:

$$P = \frac{T_{р}}{\Phi_{д} K_{е}} \quad (9)$$

В формуле (9): $T_{р}$ – нормированная трудоемкость сварки годовой производственной программы; $\Phi_{д} = 1530 \frac{\text{ч}}{\text{год}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего – сварщика; $K_{в} = 1,1 \div 1,2$ – коэффициент выполнения норм времени.

$$P = \frac{4,304 \cdot 12000}{1530 \cdot 1,1} = 0,51$$

В расчете принимаем количество сварщиков – 1 человек. Определяем количество рабочих – сборщиков.

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ О 22 О2 06 Д07 01	
						4

$$T_p = \frac{4,275 \cdot 1200}{60} = 855 \text{ ч}$$

$\Phi_d = 2070 \frac{\text{ч}}{\text{год}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборщика металлоконструкций.

$$P = \frac{855}{2070 \cdot 1,1} = 0,38 \text{ (чел.)}. \text{ Принимаем число сборщиков – 1 человек.}$$

Количество вспомогательных рабочих для сварочных цехов не должна превышать 25 ÷ 30 % от основных рабочих. Определяем количество вспомогательных рабочих: $P_v = 0,3 \cdot 2 = 0,6$. Принимаем количество вспомогательных рабочих – 1 человек.

Так как участок малочисленный, то количество ИТР, МОП, СКП – не определяем.

3.4. Расчет производственной площади участка

Планировка участка – это план расположения технологического оборудования и рабочих мест.

Расположение оборудования и других элементов на производственной площади, а также планировка участка зависят от характера обрабатываемых деталей, габаритных размеров оборудования, вида транспортных средств, уровня механизации и автоматизации, степени участия человека в производственном процессе, постоянства и разнообразия номенклатуры обрабатываемых деталей и других факторов.

Производственная площадь участка (цеха), занимаемая поточной линией, включает непосредственную площадь, занимаемую оборудованием исходя из его габаритных размеров и дополнительную площадь, занимаемую проходами, проездами и вспомогательным оборудованием и хозяйственным инвентарем.

После определения площади, занимаемой оборудованием, определяется площадь, занимаемая транспортными средствами непрерывного действия.

Расчёт производственной площади участка, занимаемой технологическим оборудованием (рабочими местами) и транспортными средствами, производится в табличной форме .

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	4
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Лд		

Коэффициент устанавливается на единицу оборудования, рабочего места, транспортного средства непрерывного действия исходя из габаритных размеров и включает всю дополнительную площадь.

Цена 1 м² здания равна 12500 руб.

$$C_{\text{уч.}} = Ц \times S \quad (12)$$

В формуле (96) S – площадь участка, м²

$$C_{\text{уч.}} = 12.5 \cdot 96 = 1200 \text{ (тыс.руб.)}$$

3.5. Организация рабочих мест

Сварочный пост - это рабочее место электросварщика, оборудованное комплектом соответствующей аппаратуры и приспособлений.

Для защиты рабочих от излучений сварочной дуги в постоянных местах сварки устраивают для каждого сварщика отдельную кабину 2х2,5 метра. Стенки кабины, могут быть сделаны из тонкого железа, фанеры, брезента. Фанера и брезент должны быть пропитаны огнестойким составом. Каркас кабины изготавливают из трубы или угловой стали. Пол в кабине должен быть изготовлен из огнестойкого материала.

Стенки окрашивают в светло-серый цвет красками, хорошо поглощающими ультрафиолетовые лучи. Освещенность кабины должна быть не менее 80 - 100 лк. Кабину оборудуют местной вентиляцией с воздухообменом 30 м³/г на каждого рабочего. Вентиляционный отсос должен располагаться так, чтобы газы, выделяющиеся при сварке, проходили мимо сварщика.

Сварку деталей производят на рабочем столе. Крышку стола изготавливают из чугуна толщиной 20-25 мм. Сварочный пост оснащают сварочным трансформатором или генератором.

Щитки и шлемы. Они служат для защиты глаз и кожи лица от вредного воздействия излучений сварочной дуги. Их изготавливают по ГОСТ 1361-54 из специально обработанной фанеры. Они должны иметь вес не более 0,6 кг. Для наблюдения за дугой в лицевой части щитка или шлема делают прямоугольный вырез размером 120х60 мм для установки светофильтра, не пропускающего ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Снаружи светофильтр защищают от

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ПП РКЭ О 22 О2 06 Д07 01	4

брызг расплавленного металла обычным прозрачным стеклом. Тип светофильтра выбирают в зависимости от величины сварочного тока.

Электродержатели. Основные требования, предъявляемые к электродержателям следующее: вес не более 500 г., надежная изоляция от тока, возможность закрепления электрода под любым углом.

Вспомогательные инструменты: молоток с заостренными концами, для отбивания шлака; стальные щетки - широкая и узкая - для отчистки свариваемых кромок и поверхностей швов; стальные клейма для клеймения швов.

Сварочные провода. Нормальная эксплуатация сварочного оборудования во многом зависит от правильного выбора сечений сварочных проводов.

3.6. Организация перемещения изготавливаемой продукции по участку

В серийном производствах целесообразно применять специальные транспортные средства и конвейеры.

С помощью подъемно-транспортного оборудования в сборочно-сварочном производстве осуществляется погрузка, транспортировка, разгрузка, а также кантовка металла, заготовок, деталей сварных узлов.

Мелкие детали и узлы транспортируются в ящичной стандартной производственной таре, которая должна быть приспособлена к транспортным средствам и штабелированию, вмещать оптимальные размеры партий предметов труда для подачи их к рабочим местам, удобной в использовании, прочной и безопасной в использовании. Внутрицеховых перевозок в сборочно-сварочном производстве широко применяют самоходные транспортные средства - аккумуляторные электротележки. Их применяют в производстве на всех стадиях технологического процесса: от склада металла до склада готовой продукции для грузов до 2 т.

В серийном и массовом производствах их используют для подачи заготовок к началу поточных линий и транспортировки готовых изделий на склад.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	4
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		

3.7. Определение затрат на изготовление.

3.7.1 Расчет материальных затрат.

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели. Материальные затраты (руб.) рассчитываются по формуле:

$$МЗ = C_{о.м.} + C_{в.м.} + C_{эн} \quad (13)$$

В формуле (13): МЗ – материальные затраты, руб.;

$C_{о.м.}$ – стоимость основных материалов, руб.;

$C_{в.м.}$ – стоимость вспомогательных материалов, руб.;

$C_{эн}$ – стоимость энергоресурсов, руб.

$$МЗ = 1702,8 + 340,4 + 99 + 12,4 = 2154,6 \text{ (руб.)}$$

К основным относятся материалы, из которых изготавливаются конструкции, а при процессах сварки также и электроды.

$$C_{о.м.} = Ц_{м} + Ц_{с.пр.} \quad (14)$$

В формуле (14): $Ц_{м}$ – цена металла, руб.;

$Ц_{эл-дов.}$ – цена электродов, руб.

$$Ц_{м} = Q \cdot Ц_1, \text{ руб.} \quad (15)$$

В формуле (15): Q – норма расхода основного материала, кг;

$Ц_1$ – цена 1 кг металла, $Ц_1 = 133 \frac{\text{руб.}}{\text{кг}}$

$$Ц_{м} = 133 \cdot 31 = 4123 \text{ (руб.)}$$

Расчет нормы расхода материалов производится по формуле:

$$H = L_{заг.} \times B_{заг.} \times t_{дет.} \times \rho \times K \quad (16)$$

В формуле (16): $L_{заг.}$ – длина заготовки в мм;

$B_{заг.}$ – ширина заготовки в мм;

$t_{дет.}$ – толщина детали в мм;

ρ – удельный вес материала в $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;

K – коэффициент некратности, K = 1,04;

$L_{\text{заг.}} = L_{\text{дет.}} + \text{технологический припуск, мм;}$

$B_{\text{заг.}} = B_{\text{дет.}} - \text{технологический припуск, мм;}$

$L_{\text{дет.}}, B_{\text{дет.}}, t_{\text{дет.}}$ – значение берется по чертежу детали;

ρ – берется по справочникам в зависимости от марки материала.

Технологический припуск на $L_{\text{дет.}}$ и $B_{\text{дет.}}$. Для деталей из листового проката берется в зависимости от маршрута изготовления детали.

Расчет потребности проката занесем в таблицу.

Таблица 16 – Расчет потребности проката

№ п/п	Наименование детали	Количество	Размер детали	Размер заготовки	Вес заготовки	Норма расхода материала на изделие
1.	Поз.1	2	16×1070×297	16×1071×298	2,8	1,139
2.	Поз.2	2	120×120×320	16×121×321	5,3	1,3
3.	Поз.3	2	16×120×370	16×121×371	2,5	2,35
4.	Поз.4	2	10×250×154	10×251×155	4,15	2,6
Итого:						31
Количество наплавленного металла:						7,389

Расход электродов составляет $M_{\text{эл-дов.}} = 7,389 \text{ кг}$

$$C_{\text{эл-дов.}} = Q_c \cdot C_2, \text{ руб.} \quad (17)$$

В формуле (17): C_2 – цена 1 кг сварочной проволоки, руб.

$$C_{\text{эл-дов.}} = 7,389 \cdot 92 = 679,8 \text{ (руб.)}$$

Следовательно, по формуле (14) имеем: $C_{\text{о.м.}} = 1023 + 679,8 = 1702,8 \text{ (руб.)}$

3.7.2. Расчет фонда оплаты труда производственных рабочих

Заработанная плата производственных рабочих (ЗП) состоит из двух частей:

- основная заработанная плата;
- дополнительная заработанная плата.
- Для расчета используется формула:

$$\text{ЗП} = \text{ЗП}_o + \text{ЗП}_д \quad (22)$$

Рабочим – сварщикам за работу во вредных условиях производится доплата за вредность, которая рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{вр.}} = \frac{(0,1 \div 0,31) \times T_{\text{ст1}} \times T_{\text{вр.}}}{100 \cdot 60} \quad (25)$$

В формуле (25): $D_{\text{вр.}}$ – доплата за вредность сварщикам, руб.; $T_{\text{ст1}}$ – месячная тарифная ставка 1 разряда, руб. $T_{\text{ст1}} = 4200$ руб. (справочная документация предприятия); $T_{\text{вр.}}$ – время работы во вредных условиях, мин. $T_{\text{вр.}} = 29,14$ мин. (см. табл. 23). Тогда получим:

$$D_{\text{вр.}} = \frac{0,15 \cdot 4200 \cdot 29,14}{100 \cdot 60} = 3,06 \text{ (руб.)}$$

$$ЗП_0 = 4200 \cdot 3,06 = 12852 \text{ (руб.)}$$

Дополнительная заработанная плата производственных рабочих ($ЗП_д$, руб.) отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время (оплата отпускных, компенсаций, выполнение гособязанностей, оплата льготных часов подросткам, кормящим матерям). Размер выплат предусмотрен в пределах до 15 % от основной заработной платы и рассчитывается по формуле:

$$ЗП_д = ЗП_0 \times K_д \quad (26)$$

В формуле (26): $ЗП_д$ – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.; $ЗП_0$ – основная заработанная плата производственных рабочих, руб.; $K_д$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

$$ЗП_д = 12852 \cdot 0,15 = 1927,8 \text{ (руб.)}$$

$$ЗП = 12852 + 1927,8 = 14779,8 \text{ (руб.)}$$

Отчисления на государственное социальное страхование (ОСС, руб.) в Фонд социальной защиты населения рассчитываются по формуле:

$$O_{\text{с.с.}} = \frac{h_{\text{с.с.}}}{100} \times ЗП \quad (27)$$

В формуле (27): ЗП – заработная плата производственных рабочих, руб.; $h_{c.c.}$ – норматив отчислений на социальное страхование, действующий на момент выполнения ДП, %, $h_{c.c.} = 30\%$ (справочная документация предприятия). Тогда

$$O_{c.c.} = \frac{14779,8}{100} \cdot 30 = 4433,94 \text{ (руб.)}$$

3.7.2. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений.

Перед расчетом себестоимости рассчитываем производственную себестоимость. Производственная себестоимость ($C_{пр.}$, руб.) включает затраты на производство продукции и рассчитывается по формуле:

$$C_{пр.} = MЗ + ЗП_o + ЗП_d + O_{c.c.} + P_{пр.} + \frac{P_{хоз}}{B} \quad (28)$$

В формуле (28): $C_{пр.}$ – производственная себестоимость, руб.; МЗ – материальные затраты, руб., МЗ = 21540 руб.; $ЗП_o$ – основная заработанная плата основных рабочих, руб., $ЗП_o = 12852$ руб.; $ЗП_d$ – дополнительная заработанная плата, руб., $ЗП_d = 1928$ руб.; $O_{c.c.}$ – отчисления на государственное социальное страхование, руб., $O_{c.c.} = 4434$ руб.; $P_{пр.}$ – общепроизводственные расходы, руб., $P_{пр.} = 38556$ руб.; $P_{хоз.}$ = 25704 руб.; В – годовая программа, шт., В = 600 шт.

В общепроизводственные расходы включаются: расходы на оплату управленческого и обслуживающего персонала цехов; вспомогательных рабочих; амортизация; расходы на ремонт основных средств; охрана труда работников; содержание и эксплуатация оборудования; сигнализация; отопление; освещение; водоснабжение цехов и др. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{пр.} = \frac{\%P_{пр.} \times ЗП_o}{100} \quad (29)$$

В формуле (29): $P_{пр.}$ – производственные расходы, руб.; $ЗП_o$ – основная заработанная плата основных рабочих, руб.; $\%P_{пр.}$ – процент общепроизводственных расходов, %, $\%P_{пр.} = 300\%$.

$$P_{пр.} = \frac{300 \cdot 12852}{100} = 38556 \text{ (руб.)}$$

В общехозяйственные расходы ($P_{хоз.}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные: канцелярские, почтовые и телефонные расходы, амортизация: расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, водоснабжение, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{хоз.} = \frac{\%P_{хоз.} \times ЗП_o}{100} \quad (30)$$

В формуле (30): $\%P_{хоз.}$ – процент общехозяйственных расходов, %, $\%P_{хоз.} = 200$ %. Тогда

$$P_{хоз.} = \frac{200 \cdot 12852}{100} = 25704 \text{ (руб.)}$$

3.8. Расчет заработной платы производственных рабочих

Находим производственную себестоимость сварочных работ по формуле (28):

$$C_{пр.} = 21540 + 12852 + 1928 + 4434 + 38556 + \frac{25704}{600} = 79353 \text{ (руб.)}$$

Полная себестоимость $C_{пол.}$ включает затраты на производственную реализацию продукции и рассчитывается по формуле:

$$C_{пол.} = C_{пр.} + P_{вн.} + P_{разв.пр.} \quad (31)$$

В формуле: $C_{пол.}$ – полная себестоимость, руб., $C_{пол.} = 79353$ руб.; $P_{вн.}$ – внепроизводственные расходы, руб., $P_{разв.пр.}$ – расходы на развитие производства.

Во внепроизводственные расходы включаются средства на производство или приобретение тары, упаковки, погрузочно-разгрузочные работы, реклама, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле:

$$P_{вн.} = \frac{\%P_{вн.} \times C_{пр.}}{100}$$

(32)

В формуле (32): $\%P_{вн.}$ – процент внепроизводственных расходов, $\%P_{вн.} = 20$ %.

$$P_{\text{вн.}} = \frac{20 \cdot 79353}{100} = 15870 \text{ (руб.)}$$

Расходы на развитие производства $P_{\text{разв.пр.}}$ рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{разв.пр.}} = h_{\text{инф.}} \cdot \frac{(C_{\text{инпр.}} + P_{\text{вн.}})}{100} \cdot i \quad (33)$$

В формуле (33): $P_{\text{разв.пр.}}$ – расходы на развитие производства, руб.; $h_{\text{инф.}} = 5 \%$ (справочная документация предприятия).

$$P_{\text{разв.пр.}} = \frac{5 \cdot (79353 + 15870)}{100} = 4761 \text{ (руб.)}$$

Тогда согласно формулы (31) получим:

$$C_{\text{пол.}} = 79353 + 15870 + 4761 = 99984 \text{ (руб.)}$$

Сведем данные вычислений в итоговую таблицу (30):

Таблица 18 – Калькуляция себестоимости сварочных работ

№ п/п	Наименование статей	Затраты на единицу продукции (тыс.руб.)	Затраты на весь объем (тыс.руб)
1.	Стоимость материалов	21,54	12924
2.	Стоимость энергоресурсов на технологические цели	0,021	12,6
3.	Зарплата работающих	14,78	8868
4.	Отчисления на социальное страхование	4,434	2660,4
5.	Общепроизводственные расходы	38,556	23133,6
6.	Общехозяйственные расходы	25,704	15422,4
Итого производственная себестоимость		105,035	63021
7.	Внепроизводственные расходы	15,87	9522
8.	Расходы на развитие производства	4,761	2856,6
Итого полная себестоимость		125,666	75399,6

3.9. Расчет себестоимости сварочных работ

Перед расчетом себестоимости рассчитаем производственную себестоимость.

Производственная себестоимость (Спр, руб) включает затраты на производство продукции и рассчитывается по формуле

$$C_{\text{пр}} = MЗ + ЗП_о + ЗП_д + O_{\text{с.с.}} + P_{\text{пр}} + \frac{P_{\text{хоз}}}{B}; \quad (73)$$

где $C_{\text{пр}}$ – производственная себестоимость,руб;

$MЗ$ – материальные затраты,руб.; $MЗ = 38671.82$ руб.

$ЗП_о$ – основная заработная плата основных рабочих,руб.; $ЗП_о = 37,032$ руб.

$ЗП_д$ – дополнительная заработная плата,руб.; $ЗП_д = 5,55$ руб.

$O_{\text{с.с.}}$ – отчисления на государственное социальное страхование,руб $O_{\text{с.с.}} = 12,774$ руб.

$P_{\text{пр}}$ – общепроизводственные расходы, руб; $P_{\text{пр}} = 111,096$ руб

$P_{\text{хоз.}}$ – общехозяйственные расходы, руб $P_{\text{хоз}} = 74,064$ руб

B – годовая программа,шт; $B = 10\ 000$

В общепроизводственные расходы включаются расходы на оплату управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих; амортизация; расходы на ремонт основных средств; охрану труда работников; на содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле

$$P_{\text{пр.}} = \frac{\% P_{\text{пр}} \cdot ЗП_о}{100} \quad (74)$$

Где $P_{\text{пр}}$ – производственные расходы,руб;

$ЗП_о$ – основная заработная плата основных рабочих, руб;

$\%P_{\text{пр}}$ – процент общепроизводственных расходов,%;

$\%P_{\text{пр}} = 300\%$

$$P_{\text{пр}} = 3 \cdot 541,71 = 1625,13 \text{ руб}$$

В общехозяйственные расходы ($P_{\text{хоз.}}$ руб) включаются: расходы на оплату труда , связанные с управлением предприятия в целом, командировочные:

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Ла	ЛП РКЭ 0 22 02 06 407 01	
						5

канцелярские, почтово – телеграфные и телефонные расходы: амортизация : расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление , освещение , водоснабжение заводоуправления, сигнализацию , содержание легкового автотранспорта , обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\% P_{\text{хоз}} \cdot ЗП_0}{100} \quad (20)$$

Где $P_{\text{хоз}}$ – расходы на оплату труда ,связанные с управлением предприятия в целом, командировочные: канцелярские , почтово – телеграфные и телефонные расходы : амортизация: расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств , отопление . освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану , сигнализацию , содержание легкового автотранспорта , обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний , руб:

$ЗП_0$ – основная заработная плата основных рабочих, руб:

$$ЗП_0 = 37,032 \text{ руб.}$$

$\% P_{\text{хоз}}$ – процент общехозяйственных расходов, %.

$$\% P_{\text{хоз}} = 200\%$$

$$P_{\text{хоз}} = 2 \cdot 541,71 = 1083,42 \text{ руб}$$

Находим производственную себестоимость сварочных работ.

$$C_{\text{пр}} = 38671,82 + 541,71 + 81,75 + 186,88 + 1625,13 + \frac{1083,42}{10000} = 41107,39$$

Полная себестоимость $C_{\text{пол}}$ руб включает затраты на производственную и реализацию продукции и рассчитывается по формуле

$$C_{\text{пол}} = C_{\text{пр}} + P_{\text{вн}} + P_{\text{разв.пр.}} \quad (76)$$

Где $C_{пол}$ – полная себестоимость, руб;

$C_{пр}$ – 41107,39 руб

$P_{вн}$ – внепроизводственные расходы, руб

$P_{разв.пр.}$ – расходы на развитие производства . руб

Во внепроизводственные расходы $P_{вн}$. руб

Включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку ее к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле.

$$P_{вн} = \frac{\% P_{вн} \cdot C_{пр}}{100}; \quad (77)$$

где $P_{вн}$ – расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку ее к станции , рекламу , участие в руб.

$\% P_{вн}$ – процент внепроизводственных расходов. $\% P_{вн} = 20\%$

$C_{пр}$ – производственная себестоимость ,руб $C_{пр} = 41107,39$ руб

$$P_{вн} = \frac{20 \cdot 41107,39}{100} = 8221,47 \text{ руб}$$

Расходы на развитие производства $P_{разв.пр.}$ руб рассчитывается по формуле

$$P_{разв.пр} = \frac{h_{инф} \cdot (C_{пр} \cdot P_{вн})}{100}; \quad (78)$$

Где $P_{разв.пр.}$ – расходы на развитие производства.руб

$h_{инф} = 5\%$ (справочная документация предприятия)

$C_{пр}$ – производственная себестоимость . руб $C_{пр} = 41015,9$ руб

$$P_{разв.пр} = \frac{5 \cdot (41107,39 + 8221,47)}{100} = 2466,44 \text{ руб}$$

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 407 01	5
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Ла		

$$C_{\text{пол}} = 41107,39 + 8221,47 + 2466,44 = 51795,3 \text{ руб}$$

Таблица 19 – Калькуляция себестоимости сварочных работ

№ п.п.	Наименование статей	Затраты на единицу продукции (руб)	Затраты на весь объем (руб)
1	Стоимость материалов	35868,69	358686900
2	Стоимость энергоресурсов на технологические цели	120,42	1204200
3	Зарплата работающих	622,96	6229600
4	Отчисления на соцстрах	186,88	1868800
5	Общепроизводственные расходы	1625,13	16251300
6	Общехозяйственные расходы	1083,42	10834200
Итого производственная себестоимость		41107,39	411073900

№ п.п.	Наименование статей	Затраты на единицу продукции (руб)	Затраты на весь объем (руб)
7	Внепроизводственные расходы	8221,47	82214700
8	Расходы на развитие производства	2466,44	24664400
Итого полная себестоимость		51795,3	517953000

4.Охрана труда и окружающей среды
4.1 Организация работы охраны труда на предприятии

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 407 01	
<i>Изм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпи</i>	<i>Ла</i>		5

Сварочные работы относятся к категории работ с повышенной степенью опасности, что обуславливает повышенные требования к организации рабочих мест, обслуживанию аппаратуры и оборудования. Нарушение этих требований запрещено, чтобы избежать травматических случаев (отравление газом, поражения электрическим током). Сварщику при выполнении работ приходится работать при электрическом токе свыше 100 А и напряжении от 24 до 220/380 В.

Применяемые при газовой сварке, наплавке и резке металлов кислород и горючие газы подаются к месту работы в сжатом состоянии, чаще под высоким давлением. Горючие газы, смешиваясь с воздухом или кислородом, взрываются от искры любого происхождения, открытого пламени, нагретого тела и других тепловых импульсов. Широко используемый газ – ацетилен, даже если отсутствует кислород и воздух, взрывоопасен. Серьезная опасность возникает при получении ацетилена в специальных генераторах на месте производства работ.

Высокой химической активностью обладает кислород, находящийся под большим давлением в баллоне, особенно при соприкосновении с различными маслами и жирами – животными, минеральными и растительными.

Резка металлов сопровождается выбросом из мест резки большого количества расплавленного металла и шлака.

Все перечисленное выше делает место выполнения сварочных работ повышенного риска.

Рассмотрим наиболее подробно электробезопасность.

При электросварочных работах проходы между однопостовыми источниками сварочного тока для сварки плавлением, резки, наплавки должны иметь ширину не менее 0,8 м, между многопостовыми источниками – не менее 1,5 м, расстояние от одного– и многопостовых источников сварочного тока до стены должно быть не менее 0,5 м.

Регулятор сварочного тока может размещаться рядом со сварочным трансформатором или над ним. Запрещается установка сварочного трансформатора над регулятором тока.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	6
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд		

Запрещается производство электросварочных работ во время дождя и снегопада при отсутствии навесов над электросварочным оборудованием и рабочим местом. При электросварочных работах в сырых местах сварщик должен находиться на настиле из сухих досок или на диэлектрическом коврик.

При электросварочных работах в производственных помещениях рабочие места сварщиков должны быть отдалены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

При электросварочных работах сварщик и его помощники должны пользоваться индивидуальными средствами защиты: защитной каской из ток непроводящих материалов, которая должна удобно сочетаться со щитком, служащим для защиты лица и глаз: защитными очками с бесцветными стеклами для предохранения глаз от осколков и горячего шлака при зачистках сварочных швов молотком или зубилом; рукавицами с крагами или перчатками, специальной одеждой из искростойких материалов с низкой электропроводностью, кожаными ботинками.

4.1. Пожаробезопасность в технологических процессах

Причинами пожара при сварочных работах могут быть искры и капли расплавленного металла и шлака, неосторожное обращение с пламенем горелки при наличии горючих материалов вблизи рабочего места сварщика.

Для предупреждения пожаров необходимо соблюдать следующие противопожарные меры: нельзя хранить вблизи от места сварки огнеопасные или легковоспламеняющиеся материалы, а также производить сварочные работы в помещениях, загрязненных промасленной ветошью, бумагой, древесными отходами.

Запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей; нельзя выполнять сварку и резку свежескрашенными масляными красками конструкций по полного их высыхания.

Запрещается выполнять сварку аппаратов, находящихся под электрическим напряжением и сосудов под давлением.

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ О 22 О2 06 Д07 01	6

Необходимо постоянно иметь противопожарные средства – огнетушители, ящики с песком, лопаты, ведра, пожарные рукава и следить за их исправным состоянием, а также содержать в исправности пожарную сигнализацию; после окончания сварочных работ необходимо выключить сварочный аппарат, а также убедиться в отсутствии горящих или тлеющих предметов.

4.2. Опасные и вредные производственные факторы, действующие на участке. Меры борьбы с ними.

Сварочные работы относятся к категории работ с повышенной степенью опасности, что обуславливает повышенные требования к организации рабочих мест, обслуживанию аппаратуры и оборудования. Нарушение этих требований запрещено, чтобы избежать травматических случаев (отравлений газом, поражения электрическим током и др.). Сварщику при выполнении работ приходится работать при электрическом токе силой свыше 100 А и напряжении от 24 до 220/380 В. Применяемые при газовой сварке, наплавке и резке металлов кислород и горючие газы подаются к месту работы в сжатом состоянии, чаще под высоким давлением. Горючие газы, смешиваясь с воздухом или кислородом, взрываются от искры любого происхождения, открытого пламени, нагретого тела и других тепловых импульсов. Широко используемый газ – ацетилен, даже если отсутствует кислород и воздух, он взрывоопасен. Серьезная опасность возникает при получении ацетилена в специальных генераторах на месте производства работ.

Высокой химической активностью обладает кислород, находящийся под большим давлением в баллоне, особенно при соприкосновении с различными маслами и жирами – животными, минеральными и растительными.

Резка металлов сопровождается выбросом из места резки большого количества расплавленного металла и шлака.

Все вышеперечисленное делает выполнение сварочных работ зоной повышенного риска.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	6
Изм	Лис	№ докум	Подпи	Лд		

При производстве сварочных работ образуются следующие отходы производства:

- остатки и огарки стальных сварочных электродов;
- остатки стальной проволоки;
- сварочный шлак.

Утилизация отходов сварки, особенно остатков электродов, становится регламентированной процедурой. Как результат, сбор стальных огарков производится непосредственно на месте сварочных работ с сортировкой согласно марке изделия. Далее металлом взвешивается и может быть реализован в место переработки. Таким образом, подобные отходы могут быть отправлены на переплавку для производства новых расходных материалов.

Для проведения сварочных работ в атмосферу попадают токсичные газы и пыль. Ручная электродуговая сварка электродами с покрытиями и сварка в защитных газах плавящимся электродом сопровождается выделением мелкодисперсной пыли. Сварочная пыль на 99 % состоит из частиц размером от 0,001 до 1 мкм, около 1 % пыли имеет размер частиц 1 ÷ 5 мкм всего десятые доли процента. Химический состав выделяющихся при сварке загрязнений зависит в основном от состава сварочных материалов (проволоки, покрытий, флюсов) и в меньшей степени от химического состава свариваемых металлов. Валовые (разовые) выделения вредных веществ при сварке (на 1 кг расходуемых сварочных материалов) регламентированы ГОСТ Р 56164-2014 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Ла	ПП РКЭ О 22 О2 06 Д07 01	6

В результате дипломного проекта мной разработан технологический процесс изготовления трубы с фланцем ручной дуговой сваркой.

В результате проведенной работы был описан технологический процесс изготовления основания ограничительного механизма металлообрабатывающего станка с учетом серийности производства на основе технологий изготовления типовых конструкций. При разработке технологического процесса учтены особенности конструкции и эксплуатации изделия.

Проведенный анализ вариантов изготовления позволил изучить достоинства и недостатки различных способов резки, сварки, контроля и применяемого оборудования.

В работе указан и аргументирован выбор сварочных материалов, предназначенных для сварки конструкции, произведен расчет основных параметров сварки, предложены методы и способы контроля качества сварного соединения. Особое внимание уделено вопросам, касающимся техники безопасности, гигиены труда и производственной санитарии.

В экономической части работы произведен расчет сварочных материалов. При выполнении выпускной квалификационной работы были закреплены теоретические и практические компетенции, необходимые для технолога сварочного производства. Основным материалом работы служил опыт, полученный при прохождении преддипломной практики на предприятии. В целом цель, заявленная во введении проекта, достигнута.

Список использованной литературы

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ 0 22 02 06 Д07 01	6

1. ГОСТ 19281 – 2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия»
2. ГОСТ 19281 – 89 «Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.»
3. ГОСТ 17066-94 «Прокат тонколистовой из стали повышенной прочности.»
4. ГОСТ 27772 – 2015 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.»
5. ГОСТ 2246 – 70 « Проволока стальная сварочная. Технические условия.»
6. ГОСТ 14192 – 96 « Маркировка грузов »
7. ГОСТ 2226 – 2013 « Мешки из бумаги и комбинированных материалов. Общие технические условия »
8. ГОСТ 15846 – 2002 «Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение»
9. ГОСТ 19360 – 74 «Мешки-вкладыши пленочные. Общие технические условия»
10. ГОСТ 15150 – 69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»
11. ГОСТ 10396 – 84 «Бумага кабельная крепированная»
12. ГОСТ 3282 – 74 «Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения»
13. ГОСТ 9569 – 79 «Бумага парафинированная» ГОСТ 8828-89 «Бумага-основа и бумага двухслойная водонепроницаемая упаковочная»
14. ГОСТ 10354 – 82 «Пленка полиэтиленовая»
15. ГОСТ 16272 – 79 «Пленка поливинилхлоридная пластифицированная техническая»
16. ГОСТ 8713 – 79 «Автоматическая сварка под слоем флюса»
17. ГОСТ 14771 – 76 «Дуговая сварка в защитном газе»

Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд	ЛП РКЭ О 22 О2 О6 Д07 01	
						6

34. Овчинников В.В. «Дефекта сварочных, соединений 2012г. Москва:

Издательский центр «Академия», 2012 – 120 с.

35. ОНТП – 15 – 93 Нормы технологического проектирования предприятий, машиностроения, приборостроения и металлообработки.

36. Чернышов Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов, 2006г., Москва:

Издательский центр «Академия», 2012 – 496 с.

					ЛП РКЭ 0 22 02 06 407 01	6
Изм	Лист	№ докум	Подпи	Лд		