

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Заочный»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2019 г.

Совершенствование технологии изготовления
сварного корпуса грузоподъемной тали

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2019.190 ПЗ ВКР**

Руководитель работы

К. Т. Н. ДОЦЕНТ

Должность

_____ В. С. Рыбин
Подпись И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-540

_____ Д. В. Шумаков

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролёр

старший преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск, 2019

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Анализ конструкции изделия.....	9
1.2 Материал изделия и его свариваемость.....	15
1.3 Условия эксплуатации изделия.....	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	18
2.1 Базовый вариант технологического процесс.....	18
2.1.1 Входной контроль.....	18
2.1.2 Заготовительные операции.....	18
2.1.3 Сборка.....	19
2.1.4 Недостатки базового технологического процесса.....	22
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса.....	23
2.2.1 Сборка.....	23
2.2.2 Описание принятого решения.....	27
2.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов.....	33
2.4 Выбор сборочного и сварочного оборудования.....	34
2.5 Расчёт режимов сварки.....	35
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	43
3.1 Способы и средства контроля качества.....	43
3.1.1 Входной контроль (ВК).....	43
3.1.2 Текущий, межоперационный визуально-измерительный контроль (ВИК).....	44
3.2 Допустимые и недопустимые дефекты.....	45
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	46
4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	46

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ.....	47
4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами	52
4.4 Планировка оборудования и рабочих мест цеха (участка).....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	57

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

ВВЕДЕНИЕ

В промышленности невозможно представить перемещение грузов без применения подъемно-транспортных механизмов. Эти механизмы используются как для подъема и опускания, так и для перемещения грузов. Грузоподъемность данных механизмов от нескольких килограммов до десятков тонн.

Все узлы, применяемые в подъемных механизмах являются ответственными и испытывают на себе повышенные нагрузки. Одним из таких элементов является таль. Таль предназначена для подъема и опускания грузов.

Тали являются лишь частью системы, которая включает в себя редукторы, электрические, пневматические, гидравлические системы и прочее.

В данном проекте подробно рассмотрена технология изготовления сварного корпуса электрической тали.

В процессе сборки производство сталкивается с такой проблемой, как деформация корпуса в результате сварочных работ. Поэтому целью работы будет разработка технологических мероприятий по предупреждению деформаций.

Актуальность данной работы заключается в том, что необходимо снизить трудозатраты и при этом увеличить производительность и самое главное повысить качество. В связи с этим очевидна важность выбранной темы и возможность применения ее на практике.

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Электрическая таль — подвесное грузоподъемное устройство с электрическим приводом, обеспечивает значительную скорость как подъема груза по вертикали, так и перемещения его по складу вдоль балок. Электрический тельфер использует мощный электродвигатель для поднятия грузов различной тяжести. Тельфер — незаменимый инструмент там, где необходима сила и быстрота работ относительно груза.

Канатная электрическая таль с нормальной строительной высотой предназначен для эксплуатации в складских комплексах и производственных цехах, где потолок находится значительно выше уровня, на который необходимо поднимать грузы, и в связи с этим нет ограничений по габаритным размерам монтируемого оборудования. Данный тип механизмов имеет упрощенную конструкцию и крепится под потолочным монорельсом.

Технические характеристики электротали представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Технические характеристики грузоподъемной тали

тип (габарит)	Г/П, т	высота подъема, м	кратн. полиспаста	скор. подъема, м/мин	мощность двигателя, кВт	скор. передвижения, м/мин	мощность двигателя тележки, кВт	ширина двутавра, мм	вес, кг
Т..2..	0,5	6-36	2 х 1	8	0,85	20	0,12	90-300	138
Т..3..	1	6-36	2 х 1	8	1,5		0,12	90-300	150
Т..4..	2	6-36	2 х 1	8	3		0,25	130-300	310
Т..5..	3,2	6-36	2 х 1	8	4,5		0,25	130-300	345

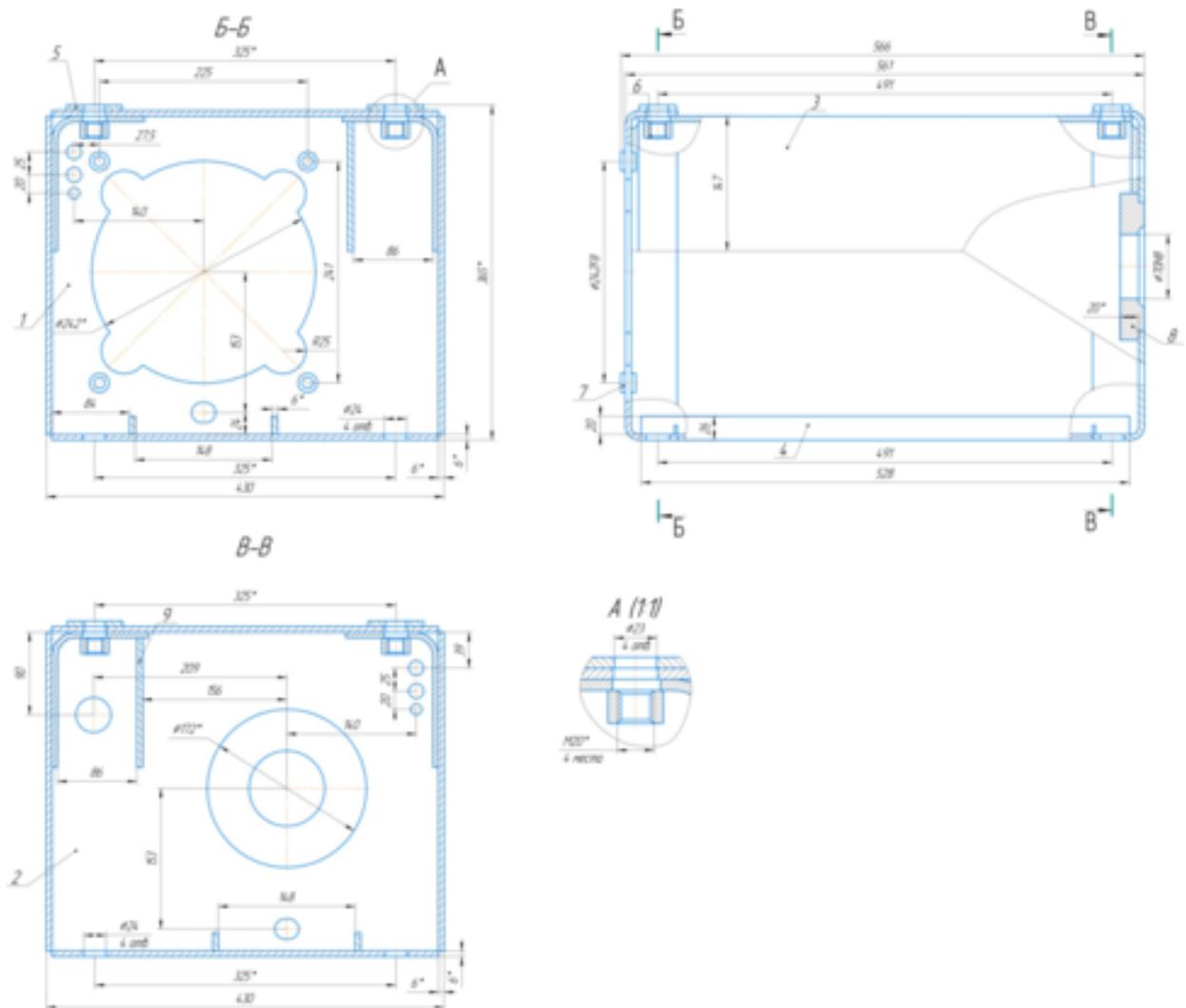
Продолжение таблицы

Т..4..	4	6-11	4 x 1	4	3		0,37	130-300	365
Т..6..	5	6-36	2 x 1	8	8		0,37	130-300	510
Т..5..	6,3	6-11	4 x 1	4	4,5		0,37	130-300	420
Т..7..	8	6-36	2 x 1	8	12,5		2 x 0,25	130-300	960
Т..6..	10	6-36	2 x 1	8	12,5		2 x 0,37	130-300	1020

1.1 Анализ конструкции изделия

Рассмотрим технологию изготовления корпуса тали с габаритом 240. Корпус выполняет функцию удерживающего устройства для подъемной тали. Общий вид корпуса представлен на рисунке 1.1

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ					



1 – Фланец передний; 2 – Фланец задний; 3 – Профиль; 4 – Профиль;
 5 – Планка; 6 – Гайка М20-6Н; 7 – Бобышка; 8 – Фланец; 9 – Распорка

Рисунок 1.1 – Общий вид корпуса тали

Корпус тали является цельносварной металлоконструкцией, на которую воздействуют различные нагрузки, такие как вибрация, изгиб, сжатии и растяжение, а также кручение.

Месторасположение и вид сварных швов показаны на рисунке 1.2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

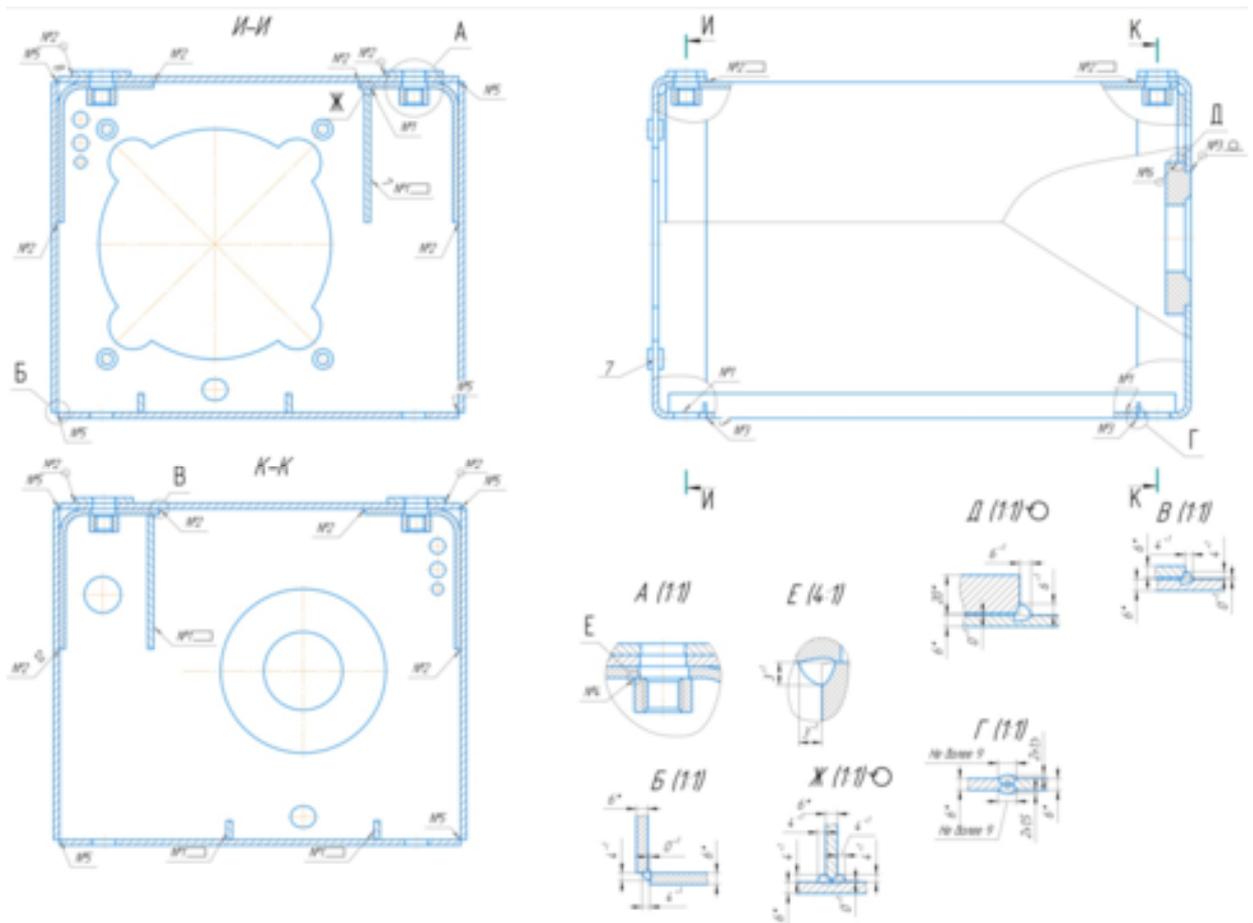


Рисунок 1.2 – Месторасположение и вид сварных швов

Общий вид деталей, составляющих конструкцию корпуса тали, представлен на рисунках 3...10.

Общий вид фланца переднего показан на рисунке 1.3

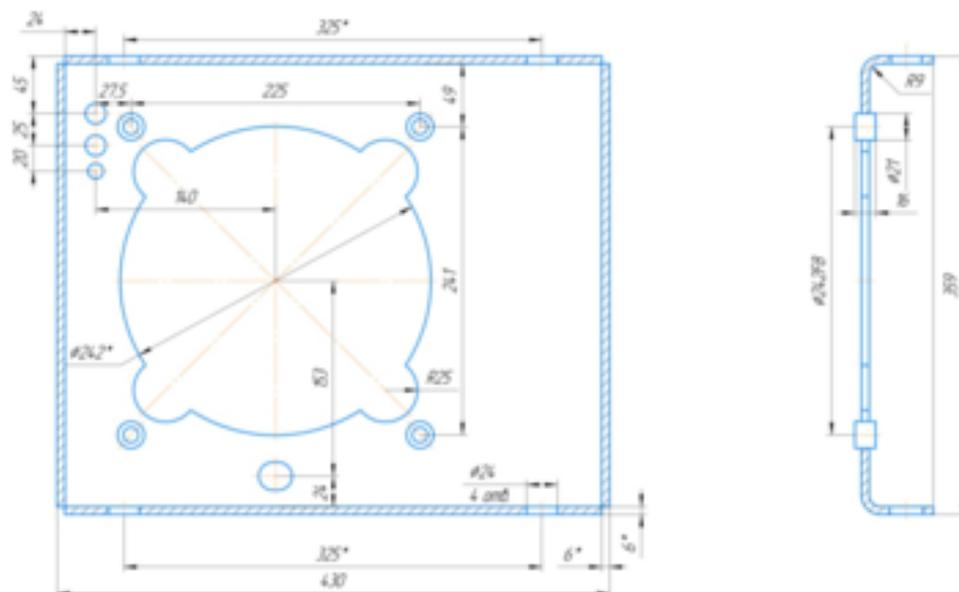


Рисунок 1.3 – Общий вид фланца переднего

Фланец является сварным. Способ изготовления: термическая резка,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

гибка, сварка боковин.

Общий вид фланца заднего показан на рисунке 1.4

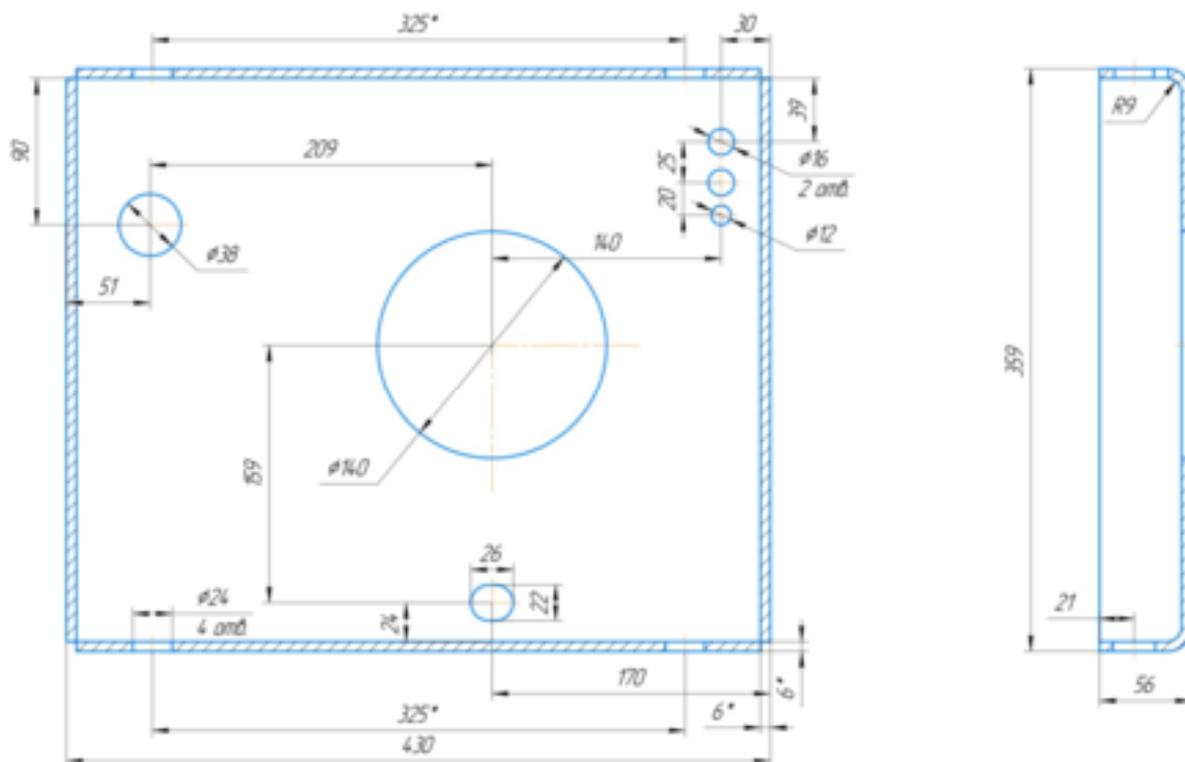


Рисунок 1.4 – Общий вид фланца заднего

Фланец задний, также как и фланец передний, является сварным. Способ изготовления: термическая резка, гибка, сварка боковин.

Общий вид профиля показан на рисунке 1.5



Рисунок 1.5 – Общий вид профиля

Профиль изготавливается способом термической резки и гибки.

Общий вид профиля показан на рисунке 1.6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 1.6 – Общий вид профиля

Профиль изготавливается способом термической резки и гибки.

Общий вид планки показан на рисунке 1.7

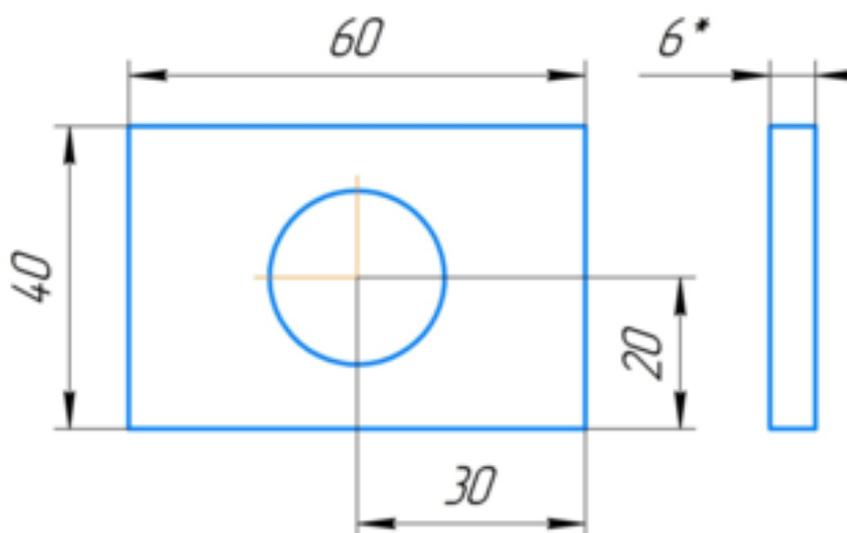


Рисунок 1.7 – Общий вид планки

Планка изготавливается способом термической резки сверления отверстия.

Общий вид бобышки показан на рисунке 1.8

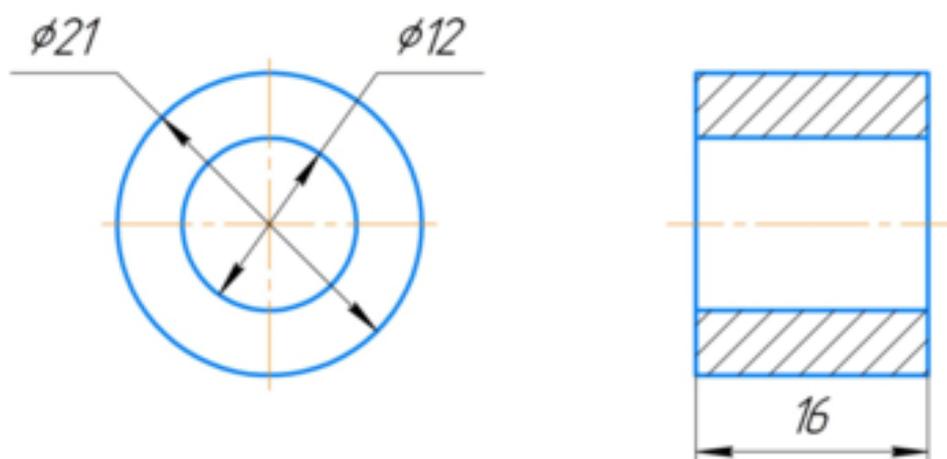


Рисунок 1.8 – Общий вид бобышки

Бобышка изготавливается по кооперации и на производство поставляется

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.190.00 ПЗ

Лист

14

В ГОТОВОМ ВИДЕ.

Общий вид фланца показан на рисунке 1.9

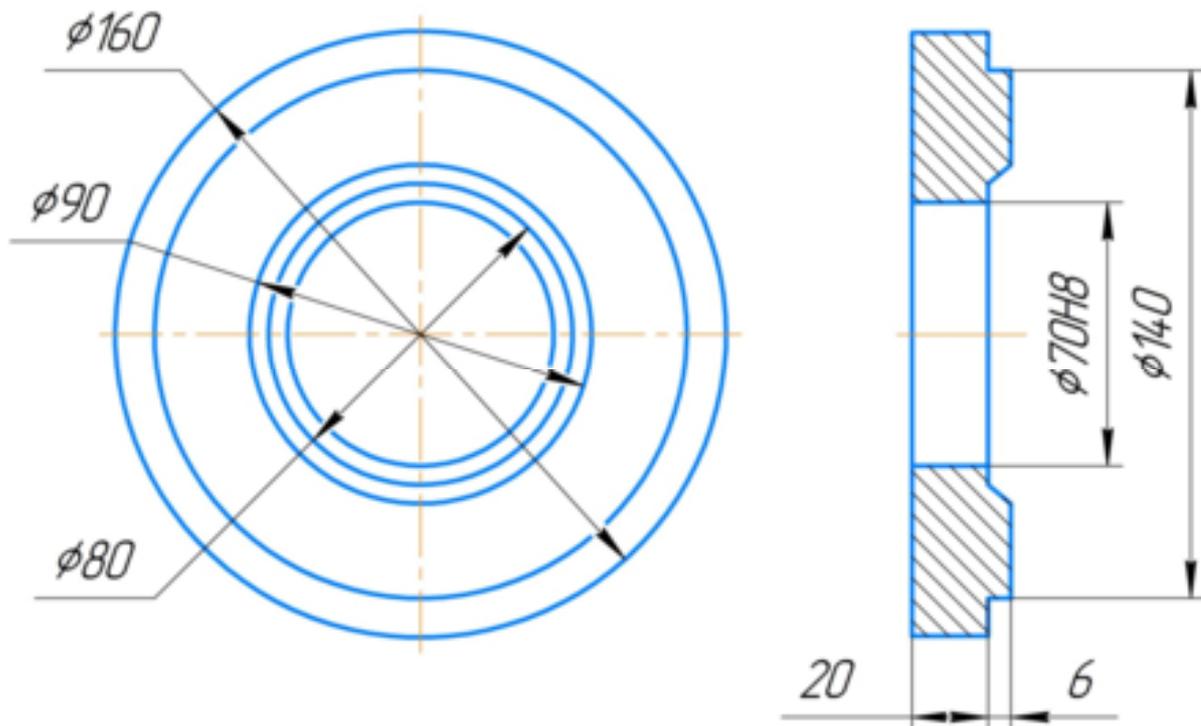


Рисунок 1.9 – Общий вид фланца

Фланец, как и бобышка, изготавливается по кооперации и на производство поставляется в готовом виде.

Общий вид распорки показан на рисунке 1.10



Рисунок 1.10 – Общий вид распорки

Распорка изготавливается методом термической резки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.190.00 ПЗ

Лист

15

1.2 Материал изделия и его свариваемость

Основным металлом для корпуса тали является низкоуглеродистая низколегированная сталь перлитного класса марки 09Г2С. Химический состав стали 09Г2С приведен в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Химический состав стали 09Г2С

Si	Mn	C	Cr	Ni	Cu	P	S	As
		Не более						
0,5...0,8	1,3...1,7	0,12	0,3	0,3	0,3	0,035	0,04	0,08

Механические свойства стали 09Г2С приведены в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Механические свойства стали 09Г2С

Класс прочности	Толщина проката, мм, не более	Предел текучести σ_T , МПа	Временное сопротивление σ_B , МПа	Относительное удлинение δ_5 , %
345	32	345	490	21

Для оценки склонности стали к образованию холодных трещин при приемке металлопроката производится расчет эквивалента углерода по формуле:

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

где C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, P – максимальное химическое содержание в рассматриваемой стали углерода (C), марганца (Mn), кремния (Si), хрома (Cr), никеля (Ni), меди (Cu), ванадия (V), фосфора (P), %.

Подставим значения содержания химических элементов в стали 09Г2С в формулу (1), и получим, что значение C_{Σ} :

$$C_{\Sigma}=0,12+\frac{1,7}{6}+\frac{0,8}{24}+\frac{0,3}{5}+\frac{0,3}{40}+\frac{0,3}{13}+\frac{0,035}{2}=0,54 \%$$

Для низкоуглеродистых низколегированных сталей предельное значение эквивалента углерода C_{Σ} , при котором не применяется предварительный подогрев, составляет 0,45 %. Полученное значение эквивалента углерода для стали 09Г2С превышает требуемое, поэтому перед сваркой требуется проводить предварительный подогрев.

Температуру предварительного подогрева рассчитаем по формуле:

$$T_0=350 \cdot (|C|_{\Sigma}-0,25)^{0,5}, \quad (2)$$

где $|C|_{\Sigma}$ – полный эквивалент углерода, %.

Определим C_{Σ} по формуле:

$$|C|_{\Sigma}=|C|_X+|C|_P, \quad (3)$$

где $|C|_X$ – химический эквивалент углерода, %;

$|C|_P$ – размерный эквивалент углерода, %.

Определим химический эквивалент углерода $|C|_X$:

$$|C|_X=C+\frac{Mn+Cr}{9}+\frac{Ni}{18}+\frac{7Mo}{90}, \quad (4)$$

где C, Mn, Cr, Mo, Ni – максимальное химическое содержание в рассматриваемой стали углерода (C), марганца (Mn), хрома (Cr), молибдена (Mo), никеля (Ni), проверенное ковшовой пробой, %.

Подставим принятые значения содержания химических элементов в формулу (4) и получим, что химический эквивалент углерода $|C|_X$

$$|C|_X=0,12+\frac{1,7+0,3}{9}+\frac{0,3}{18}=0,36 \%$$

Определим размерный эквивалент углерода $|C|_P$ по формуле:

$$|C|_P=0,005S|C|_X, \quad (5)$$

где S = 6 – максимальная толщина свариваемых элементов, мм.

Следовательно, по формуле (5)

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$|C|_P=0,005 \cdot 6 \cdot 0,36=0,01 \%$$

Подставим полученные значения $|C|_X$ и $|C|_P$ в формулу (3) и получим, что полный эквивалент углерода $|C|_Э$

$$|C|_Э=0,36+0,01=0,37 \%$$

Таким образом, по формуле (2) получим, что температура предварительного подогрева T_0

$$T_0=350 \cdot (0,37-0,25)^{0,5}=121,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Полученное значение температуры является наиболее оптимальным для того, чтобы избежать появления холодных трещин. В то же время, данное значение температуры получено расчетом по максимально возможному содержанию химических элементов. Фактическое значение химических элементов отбирается из сертификатных данных, согласно которым предварительный подогрев для стали 09Г2С не применяется, так значение эквивалента углерода не превышает 0,45 %.

1.3 Условия эксплуатации изделия

До пуска в работу таль должна быть подвергнута техническому освидетельствованию в соответствии с требованиями национальных «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Эксплуатацию талей необходимо осуществлять в соответствии с национальными «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» и требованиями руководства по эксплуатации на конкретную таль.

Электротали могут использоваться как самостоятельные грузоподъемные механизмы, так и как части подъемных кранов (мостовых, козловых, консольно-поворотных и других).

Условия эксплуатации могут быть различными, как на открытом воздухе под действием сурового климата, так и внутри помещений.

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

2.1.1 Входной контроль

Первой операцией на производстве является входной контроль. На данной операции весь листовой прокат проходит входной контроль. При входном контроле проверяются сертификатные данные, геометрические размеры. Также от одного листа от каждой партии отбирается проба для лабораторного исследования химического состава и проверки механических свойств.

2.1.2 Заготовительные операции

После проведения входного контроля весь прокат проходит операцию дробеметной очистки для удаления прокатной окалина, грата, нагартовки и прочих загрязнений.

После проведения операции очистки, каждый лист складывается на площадке предварительного хранения. Каждый очищенный элемент осматривается на наличие недопустимых дефектов таких как:

- плены;
- отстающая окалина;
- коррозия;
- раковины.

Обнаруженные дефекты ремонтируются. При невозможности их отремонтировать элементы откладываются в изолятор брака для предъявления претензии заводу изготовителю проката.

После проведения очистки листы отправляются на механическую правку для выравнивания плоскостности.

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Далее листы направляются на операцию раскроя.

Листовые детали вырезают при помощи термической резки, при которой источником энергии является плазменная струя.

Вырезанные заготовки проходят операцию текущего контроля и проверяются по геометрическим параметрам. Заготовки складываются на площадке складирования готовых деталей. На этой же площадке производится зачистка разрезанных деталей от шлака и острых кромок, а также заусенцев.

После вырезки, заготовки фланцев и профилей отправляются на участок гибки.

2.1.3 Сборка

После проведения всех заготовительных операций детали комплектуют на участке сборки.

Операции по сборке и сварке отдельных элементов производятся параллельно.

Порядок сборки и сварки корпуса тали:

- сборка и сварка фланца переднего и фланца заднего. На этой операции производится сварка швов №5;
- сборка и сварка фланца переднего с бобышками;
- сборка и сварка фланца заднего с фланцем;
- сборка и сварка профиля с распоркой;
- сборка и сварка фланца переднего и фланца заднего с планками;
- укрупнительная сборка и сварка корпуса тали;
- механическая обработка деталей для выставления плоскостности.

При сборке все элементы соединяются прихватками. Прихватки должны быть длиной не менее 10 мм с катетом не менее 3 мм. Перед сваркой прихватки зачищаются. Все прихватки свариваются на режимах, показанных в таблице 2.1

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Таблица 2.1 – Режимы сварки прихваток

Параметр	I _{СВ} , А	U _д , В	V _{СВ} , см/с
Значение	150...180	23...25	0,6

Сборка и сварка фланца переднего и фланца заднего производится на участке сборки и сварки. Сборка и сварка осуществляется одним сварщиком последовательно. Сборка и сварка производится на сварочном столе. Сварка производится швом №5. Режимы сварки швов №5 приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Режимы сварки швов №5

Параметр	I _{СВ} , А	U _д , В	V _{СВ} , см/с
Значение	220...260	25...27	0,6

После сварки производится зачистка фланцев от брызг. После этого, производится сборка и сварка фланца переднего с бобышками, а фланца заднего с фланцем. В процессе проведения данной операции свариваются швы №2, 3, 6. Режимы сварки швов №2 представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Режимы сварки швов №2

Параметр	I _{СВ} , А	U _д , В	V _{СВ} , см/с
Значение	200...240	25...27	0,8

Режимы сварки швов №3 представлены в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Режимы сварки швов №3

Параметр	I _{СВ} , А	U _д , В	V _{СВ} , см/с
Значение	260...300	26...28	0,6

Режимы сварки швов №6 представлены в таблице 2.5

Таблица 2.5 – Режимы сварки швов №6

Параметр	I _{СВ} , А	U _д , В	V _{СВ} , см/с
Значение	220...240	26...28	0,6

После приварки бобышек и фланца производится контроль узлов и зачистка от брызг и шлака.

Далее производится сборка и сварка профиля с распоркой. На данной операции производится сварка шва №1. Режимы сварки швов №1 представлены в таблице 2.6

Таблица 2.6 – Режимы сварки швов №1

Параметр	I _{СВ} , А	U _д , В	V _{СВ} , см/с
Значение	200...220	26...28	0,6

На этом же этапе изготовления к профилю привариваются гайки. Сварка производится нестандартным швом №4 участками длиной по 10 мм вдоль окружности. Режимы сварки швов №4 представлены в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Режимы сварки швов №4

Параметр	I _{СВ} , А	U _д , В	V _{СВ} , см/с
Значение	150...180	22...24	0,6

После проведения сборки и сварки узлов фланцев производится их сборка и сварка с планками. На этой операции производится сварка швов №2, режимы сварки которых указаны ранее в таблице 2.3.

По окончании сварки производится осмотр сварных швов и зачистка.

Заключительным этапом изготовления является укрупнительная сборка и сварка фланцев переднего и заднего с профилями.

Сборка и сварка производится на сборочном столе с применением упоров. В первую очередь, производится сборка и сварка фланцев с профилями поз. 3. При этом свариваются швы №2 по режимам, указанным в таблице 2.3.

Далее узел переворачивают вручную и производится сборка и сварка фланцев с профилем поз. 4. При этом свариваются швы №. по режимам, указанным в таблице 2.1.3.7 и №3 по режимам, указанным в таблице 2.4.

После этого узел зачищают от брызг металла и проверяют геометрию. Из-за отсутствия каких-либо специальных сборочных приспособлений геометрия корпуса тали подвергается воздействию остаточных деформаций. Данные деформации устраняются методом локального нагрева. Для того, чтобы выдержать параллельность фланцев, узел подвергается механической

обработке, что позволяет получить требуемую геометрию, но, при этом, значительно снижает производительность.

После механической обработки производится контроль геометрии корпуса и ультразвуковой контроль швов №3 приварки профиля поз. 4 к фланцу переднему и фланцу заднему.

Механизированная сварка производится в среде 100% CO₂ сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм, поставляемой по ГОСТ 2246-70.

Химический состав проволоки Св-08Г2С-О приведен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О в процентах

Параметр	С	Si	Mn	Ni	P	S	Cr
				Не более			
Значение	0,05...0,11	0,7...0,95	1,8...2,1	0,25	0,03	0,025	0,2

2.1.4 Недостатки базового технологического процесса

Основным недостатком базового процесса является большой процент брака из-за деформации сварного корпуса электрической тали после сварочных работ, что затрудняет дальнейшую сборку. Корпус приходится возвращать на прежний передел для доработки, что крадет много времени и ресурсов.

Деформации, напряжения и перемещения относятся к сопутствующим сварочным процессам, оказывающим отрицательное воздействие на конструкцию в процессе ее производства и в последующем, снижая ее эксплуатационные характеристики, ухудшая качество. Так, напряжения в сварной конструкции уменьшают величину усталостной прочности, особенно если в сварном соединении имеется концентратор напряжений. Если в сварном элементе возникли снижающие напряжения, они уменьшают его устойчивость, суммируясь с напряжениями от внешних сжимающих нагрузок. Практика эксплуатации сварных конструкций свидетельствует о

том, что напряжения снижают их сопротивляемость хрупким разрушениям. Они же могут искажать размеры конструкций и понижать точность изготовления из-за перераспределения напряжений при сварке. Изменения формы и размеров изделия, вызванные сваркой, затрудняют сам процесс сварки, последующую сборку, ухудшают эксплуатационные характеристики изделия, его внешний вид. Процесс возникновения деформаций при сварке достаточно сложен. Его можно представить как следствие неравномерного нагрева, усадки расплавленного металла при его охлаждении и последующей кристаллизации, объемноструктурных превращений.

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

2.2.1 Сборка

Изготовление фланца заднего (Устанавливаем в приспособление позиции №2 и 3, фиксируя их между собой. Прихватываем детали сваркой, выдерживая размеры согласно конструкторской документации. Привариваем детали согласно чертежу с одной стороны. Снимаем деталь с приспособления и провариваем с другой стороны.) с последующей мех.обработкой. (Рисунок 2.1)

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

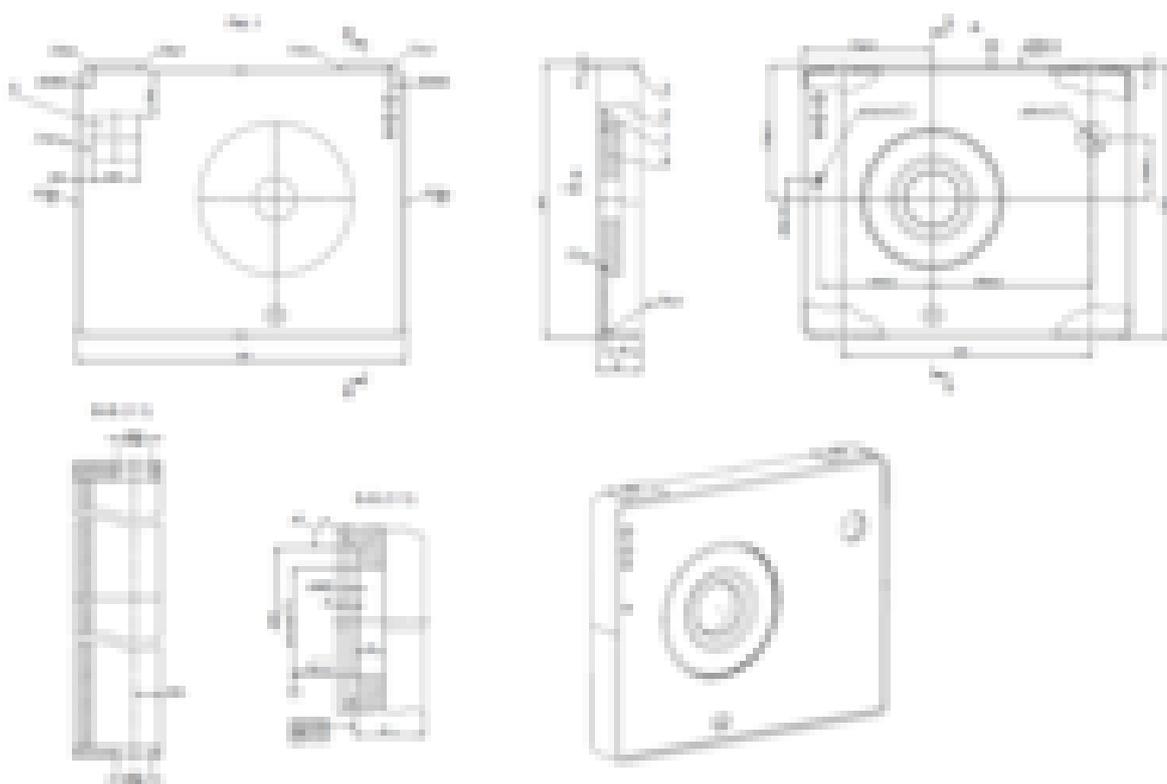


Рисунок 2.1 – фланец задний

Изготовление фланца переднего (Устанавливаем в приспособление лист и 2 гнутых листа, фиксируя их между собой. Прихватываем детали сваркой, выдерживая размеры. Привариваем детали согласно чертежа с одной стороны. Снимаем деталь с приспособления и провариваем с другой стороны.

Устанавливаем 4 планки и прихватываем сваркой, выдерживая размеры. Привариваем согласно чертежа.) с последующей мех.обработкой. (Рисунок 2.2)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

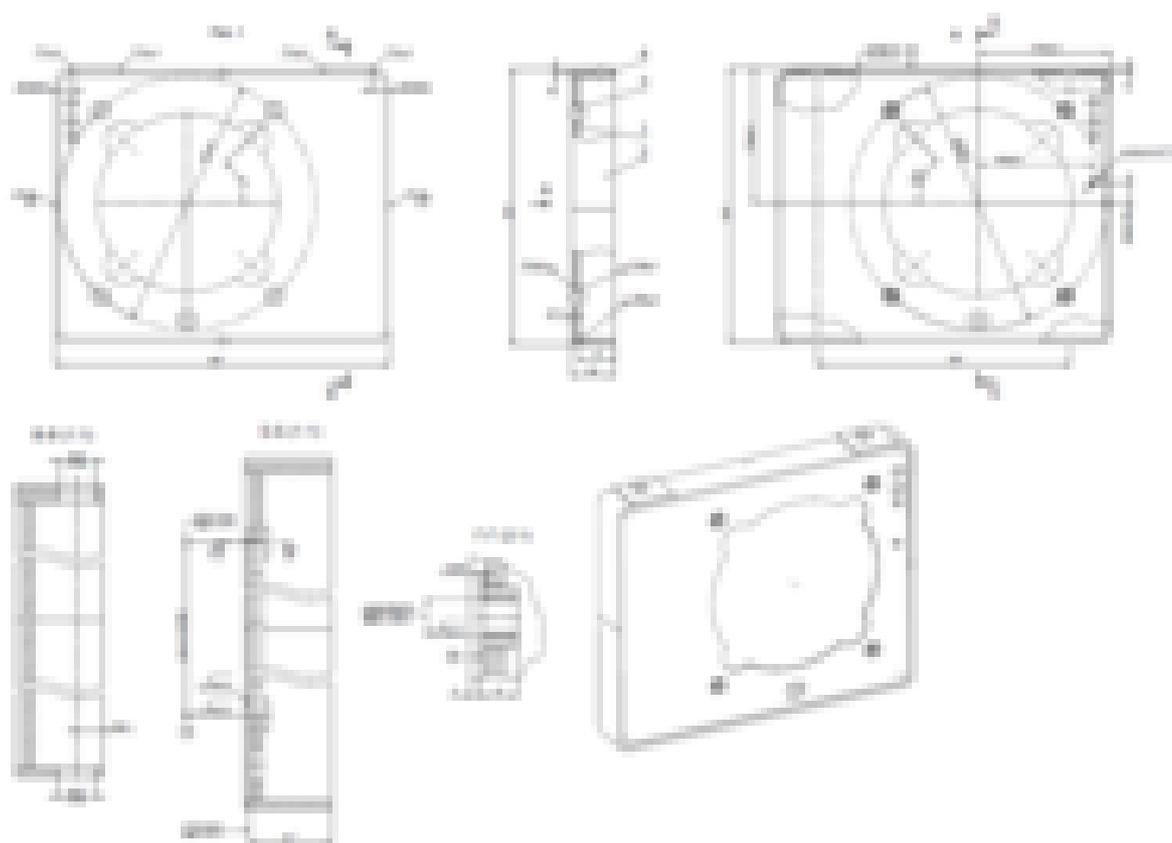


Рисунок 2.2 – фланец передний

Изготовление профиля сварного (Профиль и планку в приспособлении прихватываем сваркой между собой, выдерживая размеры. Привариваем детали согласно чертежа). (Рисунок 2.3)



Рисунок 2.3 – профиль сварной

Изготовление профиля сварного (Профиль и планку в приспособлении прихватываем сваркой между собой, выдерживая размеры, 45 градусов. Привариваем детали согласно чертежа). (Рисунок 2.4)

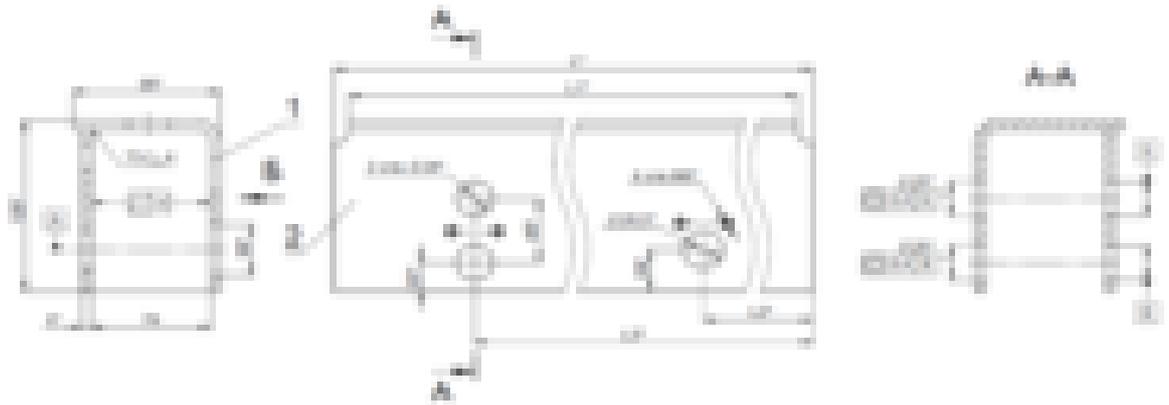


Рисунок 2.4 – профиль сварной

Изготовление корпуса (Сборка-сварка корпуса: Фланец задний и фланец передний устанавливаем в приспособление внутренними сторонами друг к другу, выдерживая параллельность и соосность отверстий. Закладываем между фланцами профили сварные согласно чертежа. Сдвигаем фланцы друг к другу, выдерживая размер. Прихватываем сварные профили сваркой к фланцам. Между фланцами заводим профиль и прихватываем сваркой к фланцам, выдержав одинаковые расстояния от внутренних стенок листов фланцев и соосность с центральным отверстием фланцев. Провариваем корпус согласно чертежа. Привариваем 12 планок, выдерживая размеры. (Рисунок 2.5)

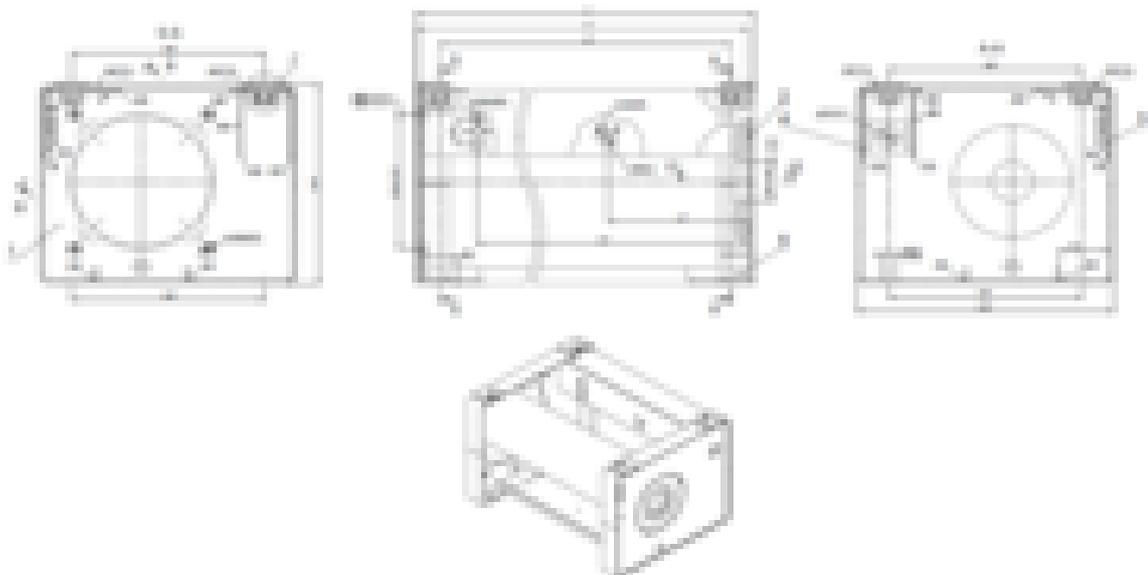


Рисунок 2.5 – корпус сварной

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.01.2019.190.00 ПЗ

2.2.2 Описание принятого решения

Для уменьшения сварочных деформаций сварку предложено использовать сварочный режим с уменьшенной площадью наплавленного металла за два прохода.

Согласно рекомендациям [7] последовательность сварки швов таврового соединения выполняется путем поочередного наложения отдельных участков швов то с одной, то с другой стороны стенки.

При сварке многослойных швов не удается полностью избежать выпучены из плоскости, если не принимаются специальные меры. Поэтому для сварки изогнутых листов согласно [7] предусмотрено использование сварочного станда, позволяющего фиксировать детали изделия для уменьшения временных сварочных деформаций.

Для решения проблем технологии изготовления сварного корпуса грузоподъемной тали было принято решение разбить сборку на узлы: передний фланец, задний фланец, профиль сварной. Каждый узел будет обрабатываться отдельно на станке с ЧПУ для дальнейшей сборки корпуса тали в стенде.

Основные проблемы возникают при сборке переднего и заднего фланцах при проварке шва ТЗ. Так как при сварке тавровых соединений возникают как общие деформации (изгиб и укорочение), так и местные деформации пояса или вертикальной стенки. Одним из основных средств борьбы с деформациями при изготовлении сварных конструкций является соблюдение надлежащей последовательности наложения швов. при выборе рациональной последовательности наложения сварных швов необходимо стремиться избегать недопустимых по величине деформаций и нежелательного для данной конструкции напряженного состояния, что сильно отражается на качестве конструкции. Наиболее

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

желательной последовательностью сварки является чередующаяся сварка отдельных участков швов то с одной, то с другой стороны стенки (Рисунок 2.6).

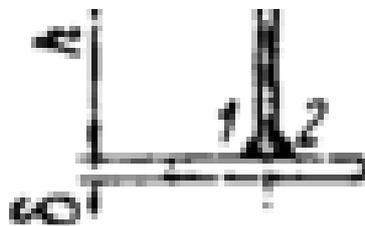


Рисунок 2.6 – схема чередующейся сварки

Согласно ранее выполненным исследованиям режимные параметры сварки неоднозначно влияют на кривизну (деформацию) полосы. Помимо режимных параметров на остаточные деформации существенное влияние оказывают площадь наплавленного металла, а также площадь и жесткость сечения ненагреваемой (пассивной) части изделия.

Расчеты [7], подтвержденные результатами экспериментов, показывают, что увеличение силы тока или уменьшение скорости сварки приводят к увеличению конечной кривизны полосы, и после достижения максимальных значений при критических значениях силы тока и скорости сварки вызывают уменьшение остаточных деформаций.

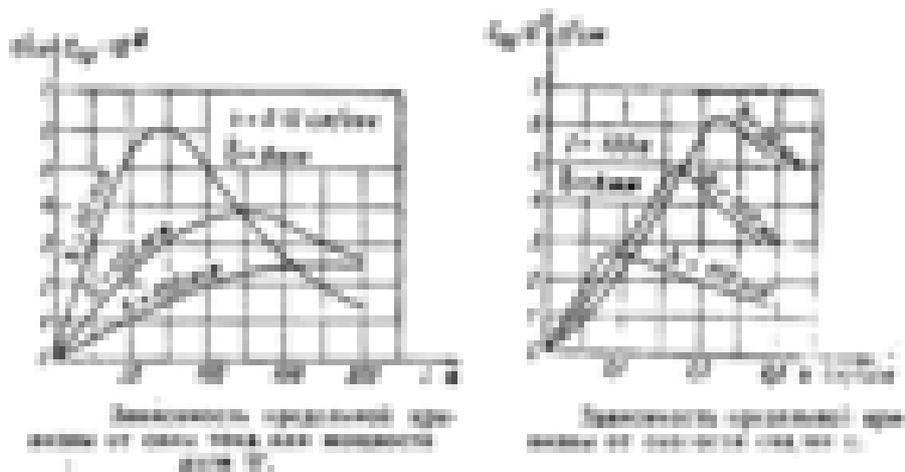


Рисунок 2.7 – зависимость предельной кривизны

Как максимальное значение кривизны и критическое значение силы тока или мощности различны для полос различной ширины (рисунок 2.7). При этом с увеличением ширины полосы максимальное значение предельной кривизны уменьшается, а критическое значение силы тока или мощности увеличивается.

Аналогичный характер имеет зависимость конечной кривизны от скорости сварки (при постоянной силе тока). Представленные на рисунке 2.7 кривые показывают, что с увеличением скорости конечная кривизна возрастает до некоторого предела, после чего дальнейшее увеличение скорости вызывает уменьшение конечной кривизны. Критическая скорость, при которой кривизна достигает своего максимального значения, и абсолютная величина максимума кривизны тем больше, чем меньше ширина полосы. Здесь следует отметить, что кривые, приведенные на рисунке 2.6, имеют практическое значение лишь в пределах некоторого диапазона силы тока и скорости сварки, так как при слишком малых силах тока, не меняя скорости сварки, нельзя обеспечить необходимого качества наплавки, а слишком большие скорости сварки могут оказаться недоступными для применяемого сварочного оборудования.

На рисунке 2.8 [7] приведены зависимости конечной кривизны, вычисленные для полосы шириною 100 мм при коэффициенте наплавки 10,5 г/А*ч. Они показывают, что конечная кривизна весьма существенно зависит от сечения наплавляемого валика, причем эта зависимость при различных режимах будет неодинакова. Если при малых силах тока кривизна уменьшается с увеличением сечения валика, то при больших

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ				

силах тока (например, при $I=300$ А) она понижается с уменьшением сечения валика.

Для конкретного сечения валика при возрастании силы тока конечная кривизна полосы имеет максимальные значения при некотором критическом значении тока или скорости сварки.

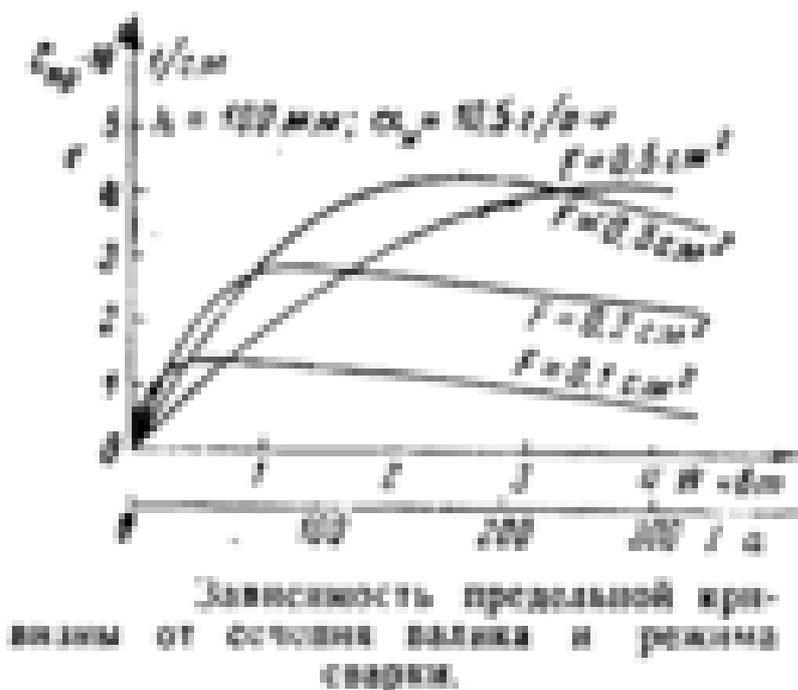


Рисунок 2.8 – зависимость предельной кривизны

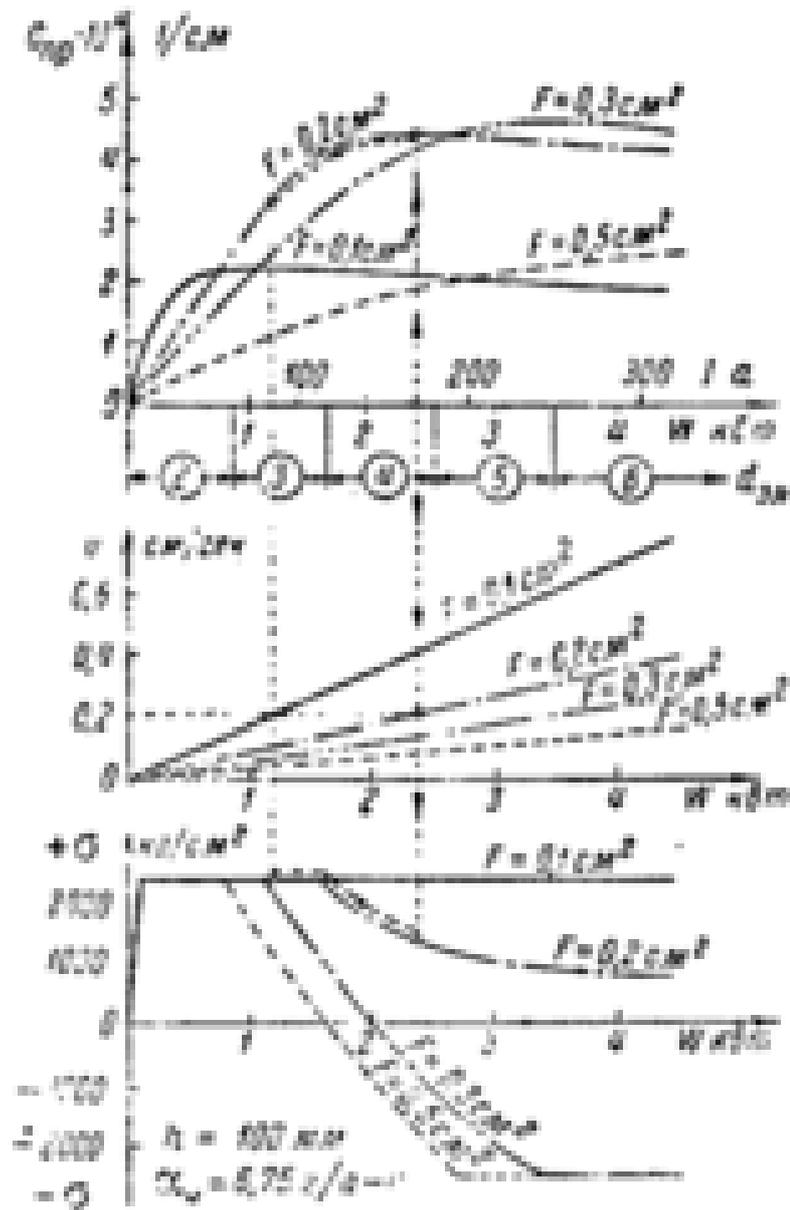
Пользуясь известными зависимостями деформаций и напряжений от режима сварки, можно определить величину напряжений и конечную кривизну полосы при наплавке валика заданного сечения, применяя различные режимы.

Знание зависимостей конечной кривизны полосы и напряжений в ней от режима сварки, сечения валика, рода тока и типа электродов позволяет в каждом отдельном случае выбрать наиболее рациональный режим сварки. Им будет такой режим, при котором наплавляемый валик заданного сечения наносится на полосу за кратчайший промежуток времени и вызывает

при этом минимальные напряжения в полосе и наименьшую конечную ее кривизну. Очевидно, что требования, предъявляемые к изделию в отношении его конечной кривизны и остаточных напряжений в нем, будут зависеть от назначения изделия и условий его работы. Поэтому допустимые пределы кривизны и напряжений и относительное значение их для данного изделия должны быть установлены в каждом отдельном случае.

На рисунке 2.9 приведены графики, устанавливающие взаимную связь между скоростью сварки, силой тока, диаметром электрода, возникающими при этом напряжениями и конечной кривизной полосы шириною в 100 мм при коэффициенте наплавки 10,5 г/А*ч.

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



Зависимость между режимом сварки, диаметром электрода, сечением валика, предельной кривизанной полосы и напряжениями в ней.

Рисунок 2.9 – зависимость

Приведенная диаграмма устанавливает взаимную связь между силой тока или мощностью сварочной дуги, скоростью сварки, сечением наплавляемого валика и коэффициентом наплавки.

Согласно представленным выше материалам для снижения остаточных деформаций предпочтительно применение сварных швов с пониженной площадью сечения наплавленного валика на $0,1\text{см}^2$.

Метод обратно ступенчатого наложения швов заключается в том, что сварка ведется последовательными участками так, чтобы место окончания сварки промежуточного участка совпадало с началом сварки предыдущего, а окончание последующего участка - с началом промежуточного участка. Если длина ступенчатого участка (или ступени) невелика, то к тому моменту, когда шов данной ступени, заканчиваясь, подходит к началу предыдущей ступени, температура в начале шва предыдущей ступени будет еще высока и температурный перепад будет невелик (рисунок 2.10, б). Таким образом, чтобы избежать больших напряжений необходимо выполнять сварку участками малой длины. Следовательно, для снижения остаточных деформаций при сварке шва будем использовать метод сварки, "обратно ступенчатым швом", проваривая участками по 100 мм.

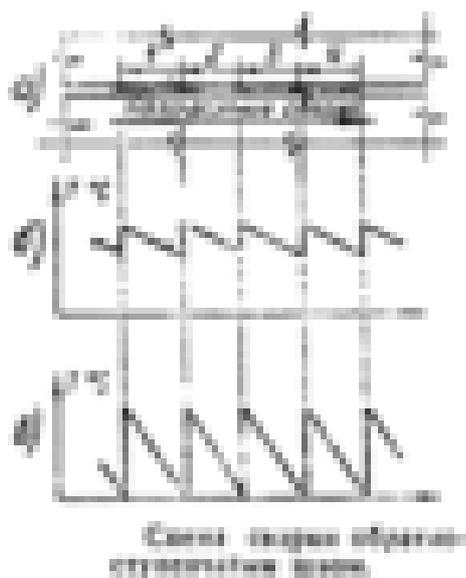


Рисунок 2.10 – схема сварки обратнo-ступенчатым швом



Рисунок 2.11 – схема ступенчатого метода выполнения шва

При выполнении многослойных швов, с целью уменьшения деформаций из плоскости свариваемых листов, следует отдавать предпочтение выполнению швов слоями. Для уменьшения неодновременности выполнения сварки по толщине следует применять ступенчатый метод выполнения многослойных швов, схематически изображенный на рисунке 2.11. При этом достигается наиболее равномерная температура на всей толщине шва, что благоприятно и с точки зрения общих деформаций в плоскости. [7]

2.3 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Сварочно-сборочные работы производятся полуавтоматической сваркой проволокой Св-08Г2С-О в среде защитных газов К-18 (18% CO₂+Ar).

Преимущества сварочной смеси:

- производительность сварки за единицу времени гораздо больше, в сравнении с традиционной сваркой;
- потери электродного металла на разбрызгивание снижаются на 80%;
- количество прилипания брызг в районе сварного шва снижается, вследствие чего уменьшается трудоемкость их удаления;
- увеличивается глубина провара шва, что приводит к большей прочности конструкций;

- повышается стабильность процесса сварки;
- качество сварного шва приводит к снижению пористости металла и уменьшению неметаллических включений;
- улучшаются условия труда;
- сохраняется здоровье сварщика;
- общая экономия средств составляет не меньше 15 – 20%.

2.4 Выбор сборочного и сварочного оборудования.

Сборочно-сварочное оборудование является важной оснасткой сварочного производства. Оно должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать доступность к местам установки деталей, прихваток и сварки;
- обеспечивать выгодный порядок сборки-сварки;
- обеспечивать точное закрепление деталей в требуемом положении и препятствовать их деформации;
- обеспечивать безопасное выполнение работ и возможность контроля качества.

Для сварки данной конструкции выбираем:

- LINCOLN ELECTRIC POWERTEC 505S

Это источник постоянного тока с жесткой ВАХ номинальной мощностью 500 ампер с рабочим циклом 40%, который может работать от 3-фазной сети питания. Источник питания POWERTEC® 505S в сочетании с механизмами подачи проволоки LF-22, LF-24M и LF-24M PRO идеально подходит для полуавтоматической MIG/MAG-сварки обычной и нержавеющей стали и алюминия в тяжелых условиях, а также сварки порошковой проволокой в среде защитных газов.

- Горелка MS 500 для полуавтоматической сварки (MIG/MAG)

											Лист
											36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ						

Сварочные горелки «Сварог» серии MS предназначены для полуавтоматической сварки в среде защитных газов (MIG/MAG). Простота в эксплуатации, надежность прочность и высокая производительность горелок серии MS позволяют эффективно применять их при монтажных и ремонтных работах, на производстве и в строительстве. Благодаря высокой производительности, горелки могут быть использованы в механизированной сварке, а также при выполнении протяженных швов длиной более метра.

– Сварочная проволока СВ08Г2С.

Чаще всего СВ08Г2С применяют при работе со сварочными автоматами и полуавтоматами в промышленности. С ее помощью можно выполнять ручную сварку любых изделий из стали. Она гарантирует прочное высококачественное соединение, характеризующееся чистым и очень ровным сварочным швом. Св08Г2С незаменима для выполнения двух важных операций:

- образования на соединительном шве валика;
- заполнения пространства между краями свариваемого изделия.

Данная сварочная проволока является основным элементом комплексных технологических процессов в таких отраслях промышленности наших дней, как строительство, самолето-, машино- и кораблестроение. Также СВ08Г2С может выступать в качестве эффективного присадочного материала при сварке. А высокий коэффициент наплавки, которым она описывается, обеспечивает качественное выполнение сложных наплавочных мероприятий.

2.5 Расчет режима сварки

Сварка шва – механизированная в среде защитных газов. Сварочная проволока Св-08Г2-С диаметром 1,2 мм. Защитная среда – газовая смесь К18. Сварка производится постоянным током прямой полярности. Вид шва показан на рисунке 2.12.

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

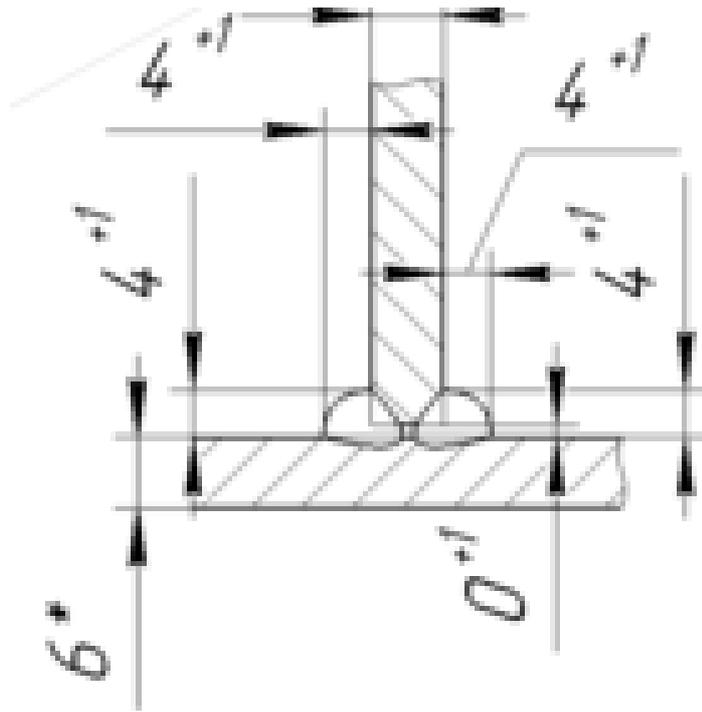


Рисунок 2.12 – схема сварного шва

$$F_H = \frac{K^2}{2} = \frac{4^2}{2} = 8 \text{ мм}^2 = 0,08 \text{ см}^2, \quad (6)$$

где $K = 4$ – катет сварного шва, мм.

Так как площадь наплавленного металла не превышает 100 мм^2 , то сварку будем производить за один проход.

Примем, что сила сварочного тока составляет 150 А.

Рассчитаем плотность сварочного тока (j) по формуле (7) из [2]:

$$j = \frac{4I_{CB}}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 150}{3,14 \cdot 1,2^2} = 132,7 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}. \quad (7)$$

Полученное значение плотности тока входит в требуемый интервал.

Рассчитаем напряжение на дуге (U_D) по формуле (8) из [2]:

$$U_D = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_3}} I_{CB} \pm 1, \text{ В}, \quad (8)$$

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

где $d_{\text{Э}} = 1,2$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{\text{СВ}} = 150$ – сила сварочного тока, А.

Тогда, по формуле (8) получим, что

$$U_{\text{Д}} = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{1,2}} \cdot 150 \pm 1 \approx 26,8 \pm 1 \text{ В.}$$

Рассчитаем скорость сварки ($V_{\text{СВ}}$) по формуле (9) из [4]:

$$V_{\text{СВ}} = \frac{V_{\text{ПОД}}}{F_{\text{Н}}(1-\psi_{\text{П}})} \cdot F_{\text{ЭЛ}}, \frac{\text{см}}{\text{с}}, \quad (9)$$

где $V_{\text{ПОД}}$ – скорость подачи электродной проволоки, см/с;

$F_{\text{Н}} = 0,08$ – площадь наплавленного металла, см²;

$F_{\text{Э}} = 0,01$ – площадь сечения электрода, см²;

$\psi_{\text{П}}$ – коэффициент потерь, ед.

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки ($V_{\text{ПОД}}$) по формуле (10) из [4]:

$$V_{\text{ПОД}} = \frac{\alpha_{\text{Р}} I_{\text{СВ}}}{3600 F_{\text{ЭЛ}} \gamma}, \frac{\text{см}}{\text{с}}, \quad (10)$$

где $\alpha_{\text{Р}}$ – коэффициент расплавления, г/Ач;

$F_{\text{ЭЛ}} = 0,01$ – площадь сечения электродной проволоки, см²;

$\gamma = 7,8$ – плотность металла, г/см³.

Рассчитаем коэффициент расплавления ($\alpha_{\text{Р}}$) по формуле (11) из [2]:

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p, \quad (11)$$

где α'_p – составляющая, обусловленная тепловложением дуги, г/Ач;

$\Delta\alpha_p$ – составляющая, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током, г/Ач.

Рассчитаем составляющую (α'_p), при сварке в среде защитных газов на постоянном токе прямой полярности по формуле (12) из [2]:

$$\alpha'_p = 6,3 + \frac{0,0702 I_{CB}}{d_{\text{Э}}^{1,035}} = 6,3 + \frac{0,0702 \cdot 150}{1,2^{1,035}} = 15 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}. \quad (12)$$

Рассчитаем составляющую ($\Delta\alpha_p$) по формуле (13) из [2]:

$$\Delta\alpha_p = \frac{3600 Q_{\text{ПП}}}{q_{\text{Э}} I_{CB}}, \quad (13)$$

где $Q_{\text{ПП}}$ – количество теплоты, расходуемое на предварительный подогрев вылета электродной проволоки протекающим по нему током, кал;

$q_{\text{Э}} = 325$ – количество теплоты, необходимое для расплавления 1 г электродной проволоки, кал/г.

Рассчитаем количество теплоты ($Q_{\text{ПП}}$) по формуле (14) из [2]:

$$Q_{\text{ПП}} = 0,1884 j^2 \rho_0 d_{\text{Э}}^2 \left(\frac{V_{\text{Э}}}{\alpha \beta} (e^{-p_2 l} - 1) - \frac{\alpha (T_{\text{ПЛ}} - T_0)}{p_1} \right), \quad (14)$$

где $j = 13270$ – плотность тока в электроде, А/см²;

$\rho_0 = 0,000014$ – удельное электрическое сопротивление электродной проволоки при нуле градусов, Ом/см;

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$d_{\text{Э}} = 0,12$ – диаметр электродной проволоки, см;

$V_{\text{Э}}$ – условная скорость подачи электрода, см/с;

$a = 0,08$ – коэффициент температуропроводности, см²/с;

$\alpha = 0,0083$ – коэффициент изменения электрического сопротивления с изменением температуры, °С⁻¹;

β – коэффициент, ед;

$l = 1,2$ – вылет электродной проволоки, см;

$T_{\text{пл}} = 1500$ – температура плавления проволоки, °С;

$T_0 = 20$ – начальная температура проволоки, °С;

p_1 и p_2 – коэффициенты, ед.

Рассчитаем коэффициент (β) по формуле (15) из [2]:

$$\beta = \frac{0,24j^2 \rho_0}{a \gamma} = \frac{0,24 \cdot 13270^2 \cdot 0,000014}{0,08 \cdot 1,25} = 5916,7 \text{ ед.} \quad (15)$$

где $\gamma = 1,25$ – объемная теплоемкость, кал/см³.

Рассчитаем условную скорость подачи проволоки ($V_{\text{Э}}$) по формуле (16) из [4]:

$$V_{\text{Э}} = \frac{4\alpha_p I_{\text{СВ}}}{3600\pi \gamma d_{\text{Э}}^2} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 150}{3600 \cdot 3,14 \cdot 7,8 \cdot 0,12^2} = 7,1 \frac{\text{см}}{\text{с}}. \quad (16)$$

Рассчитаем коэффициенты (p_1) и (p_2) по формуле (17) из [2]:

$$\begin{cases} p_1 = -\frac{V_{\text{Э}}}{2a} - \sqrt{\frac{V_{\text{Э}}^2}{4a^2} - \alpha\beta} = -\frac{7,1}{2 \cdot 0,08} - \sqrt{\frac{7,1^2}{4 \cdot 0,08^2} - 0,0083 \cdot 5916,7} = -88,2 \text{ ед;} \\ p_2 = -\frac{V_{\text{Э}}}{2a} + \sqrt{\frac{V_{\text{Э}}^2}{4a^2} - \alpha\beta} = -\frac{7,1}{2 \cdot 0,08} + \sqrt{\frac{7,1^2}{4 \cdot 0,08^2} - 0,0083 \cdot 5916,7} = -0,6 \text{ ед.} \end{cases} \quad (17)$$

Тогда, по формуле (14) получим, что

$$Q_{III} = 0,1884 \cdot 13270^2 \cdot 0,000014 \cdot 0,12^2 \cdot \left(\frac{7,1}{0,08 \cdot 0,0083 \cdot 5916,7} (e^{-0,6 \cdot 1,2} - 1) - \frac{0,0083 \cdot (1500 - 20)}{-88,2} \right) = 12,4 \text{ кал.}$$

Следовательно, по формуле (13)

$$\Delta \alpha_p = \frac{3600 \cdot 12,4}{325 \cdot 150} = 0,9 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}.$$

Тогда, по формуле (11) получим, что

$$\alpha_p = 15 + 0,9 = 15,9 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}.$$

Рассчитаем коэффициент потерь (ψ_{II}) по формуле (18) из [2]:

$$\psi_{II} = -4,72 + 0,176j - 0,000448j^2, \quad (18)$$

где $j = 132,7$ – плотность тока, А/мм².

Тогда, по формуле (18) получим, что

$$\psi_{II} = -4,72 + 0,176 \cdot 132,7 - 0,000448 \cdot 132,7^2 = 10,7 \% = 0,107 \text{ ед.}$$

Следовательно, по формуле (2.5.5) получим, что скорость подачи $V_{\text{Под}}$

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$V_{\text{ПОД}} = \frac{15,9 \cdot 150}{3600 \cdot 0,01 \cdot 7,8} = 8,5 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Тогда, по формуле (2.5.4) получим, что скорость сварки

$$V_{\text{СВ}} = \frac{8,5}{0,08 \cdot (1 - 0,107)} \cdot 0,01 = 1 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Рассчитаем погонную энергию ($q_{\text{ПОГ}}$) по формуле (19) из [2]:

$$q_{\text{ПОГ}} = \frac{0,24 U_{\text{д}} I_{\text{СВ}} \eta}{V_{\text{СВ}}}, \frac{\text{кал}}{\text{см}}, \quad (19)$$

где $\eta = 0,9$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой.

Тогда, по формуле (2.5.13) получим, что

$$q_{\text{ПОГ}} = \frac{0,24 \cdot 26,8 \cdot 150 \cdot 0,85}{1} = 820,1 \frac{\text{кал}}{\text{см}}.$$

Для стали 09Г2С скорость охлаждения металла в околошовной зоне при наименьшей устойчивости аустенита имеет интервал $1 \dots 15 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$.

Рассчитаем мгновенную скорость охлаждения металла по формуле (20) из [2]:

$$\omega = \bar{\omega} 2\pi\lambda \frac{(T_{\text{М}} - T_0)^2}{k_1 q_{\text{ПОГ}}}, \frac{^\circ\text{C}}{\text{с}}, \quad (20)$$

где $\bar{\omega}$ – безразмерный критерий процесса, ед;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ					43

$\lambda = 0,1$ – коэффициент теплопроводности, кал·с/см °С;

$T_M = 500$ – температура наименьшей устойчивости аустенита, °С;

$T_0 = 20$ – начальная температура изделия, °С;

$k_1 = 2/3$ – коэффициент приведения для углового шва, ед.

Безразмерный критерий процесса $\bar{\omega}$ зависит от другого безразмерного критерия ($1/\theta$), который определяется по формуле (21) из [2]:

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2k_1 q_{\text{ПОГ}}}{\pi(\delta k_2)^2 c\gamma(T_M - T_0)} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 820,1}{3 \cdot 3,14 \cdot (0,6 \cdot 1)^2 \cdot 1,25 \cdot (500 - 20)} = 1,6. \quad (21)$$

где $c\gamma = 1,25$ – объемная теплоемкость, кал/см³°С;

$k_2 = 1$ – коэффициент приведения для нахлесточного шва, ед.

При значении безразмерного критерия $1/\theta = 1,6$ величина $\bar{\omega} = 0,44$.

Тогда, по формуле (20) получим, что

$$\omega = 0,44 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot \frac{3 \cdot (500 - 20)^2}{2 \cdot 820,1} = 116,4 \frac{^\circ\text{C}}{\text{с}}.$$

Полученное значение мгновенной скорости охлаждения превышает максимальное для стали 09Г2С, поэтому, при сварке требуется применить предварительный подогрев до температуры 260 °С. Тогда, по формуле (21) получим, что

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2k_1 q_{\text{ПОГ}}}{\pi(\delta k_2)^2 c\gamma(T_M - T_0)} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 820,1}{3 \cdot 3,14 \cdot (0,6 \cdot 1)^2 \cdot 1,25 \cdot (500 - 260)} = 3,22.$$

При значении безразмерного критерия $1/\theta = 3,22$ критерий $\bar{\omega}$ рассчитывается по формуле (22) из [2]:

$$\bar{\omega} = \frac{2}{\pi \cdot 1/\theta} = \frac{2}{3,14 \cdot 3,22} = 0,2. \quad (22)$$

По формуле (22) получим, что

$$\omega = 0,2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot \frac{3 \cdot (500 - 260)^2}{2 \cdot 820,1} = 13,2 \frac{^\circ\text{C}}{\text{с}}.$$

Полученное значение скорости охлаждения соответствует требованиям, следовательно, параметры режима сварки рассчитаны правильно.

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Способы и средства контроля качества

3.1.1 Входной контроль (ВК)

При входном контроле устанавливается соответствие качества поступающих основных сварочных материалов, полуфабрикатов, комплектующих договорам на поставку.

При поставке материалов сверить маркировку с приложенным сертификатом:

- номер НД (ГОСТ, ТУ, ТС), по которым изготавливается труба и стандартные детали;

- марка стали, номера плавов и партий;

- химический состав и эквивалент по углероду;

- результат механических испытаний;

- результат неразрушающего контроля.

Основной металл проверяется на:

- наличие и отсутствие трещин;

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ					

Таблица 3.1 – Состав комплекта ВИК «Эксперт»

Наименование	Описание
Универсальный шаблон сварщика УШС-3	УШС-3 предназначен для измерения контролируемых параметров труб, контроля качества сборки стыков труб, а также для измерения параметров сварного шва при его контроле
Штангенциркуль	Используется для измерений наружных и внутренних размеров, а также глубин контролируемых объектов. Модель ШЦ-1-125-0.1 диапазон измерений 0-125мм. I класс точности
Лупа измерительная 10×	Лупа для визуального контроля и измерений на плоскости. Длина измерительной шкалы, 15 мм, цена деления 0.1 мм
Набор щупов №4 (0,1 - 1мм)	Набор для контроля зазоров между поверхностями. Класс точности II, диапазон толщин 0,1-1,0мм
Лупа 7×	Лупа складная ЛПП 7х для осмотра мелких деталей контролируемой поверхности.
Рулетка измерительная	Рулетка измерительная STAYER, длина 2м. или 10м в зависимости от комплектации

3.2 Допустимые и недопустимые дефекты.

При осмотре сварных швов производится проверка следующих параметров:

- катет сварного шва;
- отсутствие поверхностных пор любого размера;
- отсутствие трещин;
- отсутствие подрезов глубиной более 0,5 мм и длиной более 10 мм;
- отсутствие наплывов.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ					

4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов

При сварке различных металлов на исполнителей работ оказывают воздействие различные вредные и опасные производственные факторы. К вредным производственным факторам относятся:

- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение дуги при сварке, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемых изделий;
- электромагнитные поля;
- ионизирующие излучения;
- шум.

При сварке в зоне дыхания исполнителей работ имеются в наличии различные сварочные аэрозоли, которые содержат в составе твердой фазы окислы металлов и другие химические соединения, а также выделяемые токсичные газы. Воздействие на организм всех этих вредных веществ является причиной острых и хронических профессиональных заболеваний и отравлений.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне, а также его спектр зависят от:

- мощности сварочной дуги;
- применяемых материалов как сварочных, так и основных;
- состава защитных и плазмообразующих газов.

При отсутствии защиты повышается риск поражения органов зрения и ожоги кожных покровов. Отрицательное воздействие на здоровье оказывает также инфракрасное излучение изделий, предварительно подогретых, а также устройств нагревательных.

Источниками повышенного шума на предприятиях являются плазмотроны, пневмоприводы, генераторы, вакуумные насосы и т. д. Источниками ультразвука являются ультразвуковые генераторы, рабочие органы установок и

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Т. Д.

Опасными производственными факторами являются:

- электрический ток;
- искры и брызги расплавленного металла;
- вероятность взрыва баллонов и систем, которые находятся под давлением;
- движущиеся механизмы и изделия.

При неправильной эксплуатации электрооборудования может произойти поражение электрическим током.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

При эксплуатации электрических сварочных установок применяются различные средства защиты, которые делятся на:

- изолирующие;
- ограждающие;
- заземление электрооборудования;
- вспомогательные.

Средства защиты изолирующие подразделяются на:

- основные;
- дополнительные.

Основные предназначены для того, чтобы длительное время выдерживать напряжение электрической установки. Именно поэтому ими допускается касание токоведущих частей, которые находятся под включенным напряжением. Основными изолирующими средствами защиты являются:

- резиновые перчатки диэлектрические;
- инструмент с изолирующими рукоятями и токовыми искателями.

Дополнительные изолирующие средства защиты не могут защитить человека от поражения током из-за недостаточной электрической прочности. К таким средствам относятся:

- обувь резиновая;

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

- коврики;
- подставки изолирующие.

Коврики и обувь резиновая используются на технологических операциях, выполняемых основными защитными средствами.

Средства защиты ограждающие предназначаются для временного ограждения токоведущих частей. К ним относятся:

- щиты;
- клетки;
- прокладки изолирующие;
- изолирующие колпаки.

Вспомогательные средства защиты предназначаются для защиты от воздействий световых, тепловых и механических. К ним относятся очки защитные, рукавицы и т.п.

Перед работой проводится осмотр и проверка надежности контактов и креплений заземляющих проводов с корпусом сварочных машин, оснастки, исправности пусковых и отключающих устройств, таких как рубильники, магнитные пускатели, включатели, а также освещенность.

Переносной светильник должен быть оснащен защитной сеткой, изолированной рукояткой и проводами.

Одновременное применение сварочных аппаратов заставляет располагать их так, чтобы минимальное расстояние между ними составляло 40см. Сварочный провод допускается прокладывать через дверные или оконные проемы. При этом провод заключается в металлическую трубку.

Минимальная ширина проходов, необходимых для безопасного прохода между оборудованием, движущимися механизмами и перемещающимися деталями, а также между стационарными, многопостовыми источниками питания составляет не менее 1,5 м, а расстояние между автоматическими сварочными установками составляет не менее 2 м.

Все металлические части оборудования, которые питаются от электрической сети, а также зажим вторичной обмотки трансформатора,

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

идуший к изделию, требуется заземлять. Это позволяет обеспечить электрическую безопасность сварщика и разнорабочих в случае пробоя изоляции первичной обмотки трансформатора и перехода напряжения во вторичную обмотку.

Большое значение на электрическую безопасность оказывает правильная прокладка проводов к сварочным постам. Провода подвешиваются минимальной высоте от пола 2,5 м. В качестве проводов применяется провод шланговый.

Вероятность удара электрическим током возникает при контакте с металлическими частями установки, которые оказались под напряжением из-за повреждения изоляции.

При сварке тяжелых и габаритных изделий, массой более 20 кг, рабочее место сварщика оборудуется различными грузоподъемными механизмами, такими как кран, лебедка и т.д.

При электросварочных работах сварщики экипируются специальной одеждой. В качестве такой одежды может выступать:

- комбинезон из плотной материи;
- куртка брезентовая с брюками. Карманы у куртки должны быть закрыты клапанами. Заправлять куртку в брюки не допускается.

Спецодежда пропитывается огнеупорной пропиткой. Обувь необходимо плотно зашнуровывать, чтобы в ботинки не попали брызги. Голову необходимо покрывать головным убором без козырька.

Наибольшую опасность для глаз представляют ультрафиолетовые лучи с длинами волн менее 320 мкм и инфракрасные лучи 150-700 мкм, интенсивное и длительное воздействие которых может вызвать помутнение хрусталика глаза.

Для защиты глаз от ослепительного света ультрафиолетового и инфракрасного излучения служат светофильтры. Они применяются как в очках, так и в щитках и масках, без которых электросварочные работы проводить запрещено.

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Перед началом сварочных работ электросварщик проверяет:

– защитные приспособления: шлем, щиток, диэлектрический коврик или диэлектрические боты.

После проверки надевается костюм брезентовый, пропитанный огнестойкой пропиткой, ботинки, головной убор, диэлектрические перчатки или брезентовые рукавицы.

Температура нагретой поверхности оборудования, находящаяся в контакте с исполнителем работ, не должна превышать 45 °С.

При сварке сварочная дуга и расплавленный металл являются источниками получения травмы электросварщика. Для защиты сварщика от излучения и брызг металла используются защитные щитки. Они также используются для защиты окружающего воздуха рабочей зоны.

Зачистку поверхности металла выполняют в защитных предохранительных очках с прозрачными небьющимися стеклами или в защитных масках.

Спецодежда, спецобувь и рукавицы должны быть сухими, без следов масла.

Вентиляция на производстве подразделяется на общую и местную. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимые концентрации. В случае превышения концентрации в воздухе рабочей зоны, при невозможности эффективно обеспечить вентилирование рабочей зоны, применяется защитная маска с принудительной подачей очищенного воздуха в зону дыхания или фильтрующие респираторы.

При сварке в особо опасных условиях, таких как внутри металлической емкости, либо в помещении с повышенной опасностью, при смене сварочной проволоки применяются различные блокирующие устройства.

При сварочных работах на высоте более 1 м от уровня пола исполнитель должен быть экипирован предохранительным поясом и сумкой для инструментов. При работе исполнителей в одно время на различной высоте по одной вертикали, должны быть предусмотрены средства, которые защищают других рабочих, находящихся внизу, от падающих шлака и брызг расплавленного металла. Под сварочный местом оборудуется помост, который

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ					

покрыт асбестом либо листами кровельного железа.

При сварочных работах основными причинами возгорания являются:

- сварочная дуга;
- пламя от газовой сварки и резки;
- искры и частицы расплавленного металла;
- высокая температура изделий, которые подвергаются сварке и резке.

Воспламеняться могут горючие материалы, которые находятся рядом с местом проведения сварочных работ, а также там, где взрываются при неправильном обращении баллоны для сжатых газов.

Пожарная безопасность при производстве сварочных работ обеспечивается комплексом мероприятий, которые направлены на то, чтобы предупредить пожар, предотвратить распространение огня при его возникновении и создать условия, способствующие быстрой ликвидации начавшегося пожара.

Мероприятия, которые устраняют причины возникновения пожаров подразделяются на организационные, эксплуатационные, технические и режимные.

Организационные мероприятия, такие как обучение работников противопожарным нормам, инструктажи, организация добровольных дружин.

Эксплуатационные мероприятия, такие как правильная эксплуатация оборудования, профилактические ремонты, осмотры и испытания сварочного оборудования и устройств.

Технические мероприятия, такие как соблюдение противопожарных норм и правил при установке сварочного оборудования, устройств системы вентиляции, защитного заземления, зануления и отключения, подводе электропроводки.

Режимные мероприятия, то есть запрет работ по сварке и других работ в пожароопасных местах, а также курения в не установленных местах.

Места проведения сварки должны быть ограждены переносными ширмами или щитами из несгораемых материалов.

В местах, где образуются и скапливаются вредные газы, должна быть

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

установлена вентиляция, а исполнители работ экипированы респираторами, противогазами, кислородными приборами или шланговыми противогазами.

Рабочий должен быть ознакомлен с тем, где расположен пожарный кран, рукава, стволы, огнетушители, песок и другие средства огнетушения. Также он должен уметь пользоваться первичными средствами огнетушения.

В качестве пожарных извещателей используют тепловые датчики, а приемной станцией является пульт пожарной сигнализации, который устанавливается в помещении щитов управления.

Для ликвидации очага загорания в электрической проводке, электрических машинах и трансформаторах применяются углекислотные огнетушители. При этом, перед устранением возгорания, необходимо предварительно обесточить эти очаги. В случае возникновения пожара требуется принять меры к его ликвидации всеми средствами, которые имеются и, при необходимости вызвать пожарную команду.

Использовать инвентарь пожаротушения для других целей запрещается.

4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами

Стоит понимать, что работа с грузоподъемными механизмами отличается повышенной опасностью. Несоблюдение правил эксплуатации или небрежное отношение к своим обязанностям специалистов, которые работают с таким оборудованием, могут привести к различным непредвиденным ситуациям, в том числе повреждению самой техники, другого имущества, а также нанесению вреда для жизни и здоровья людей. Таким образом, до начала работы с подобными устройствами, необходимо ознакомиться с правилами безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов.

Кроме того, стоит учитывать, что для выполнения таких работ допускаются лишь лица, которым исполнилось 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, специальное обучение и инструктаж.

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.01.2019.190.00 ПЗ				

Требования охраны труда при эксплуатации грузоподъемных механизмов предполагают наличие у сотрудников, которые занимаются такелажными работами, специального защитного инвентаря и униформы. Прежде всего, индивидуальные средства защиты зависят от отрасли и типа груза, с которым выполняют манипуляции. В то же время, есть общие правила, которых нужно придерживаться в ходе выполнения погрузочно-разгрузочных работ:

1. при использовании подъемно-транспортного оборудования, а также средств малой механизации, необходимо надевать каски;

2. при работе с пылящимися объектами сотрудникам следует носить пыленепроницаемые очки и респираторы (фильтр меняют как минимум 1 раз в смену);

3. для работы с ручными механизмами необходимы перчатки;

4. во время выполнения манипуляций с газовыми баллонами необходимо иметь при себе противогазы;

5. нельзя работать с легковоспламеняющимися веществами в синтетической спецодежде, а также униформе из других материалов, способных накапливать статические электрические заряды;

6. хранить, дезинфицировать, стирать, ремонтировать и т. д. спецодежду можно лишь в соответствии с действующими стандартами.

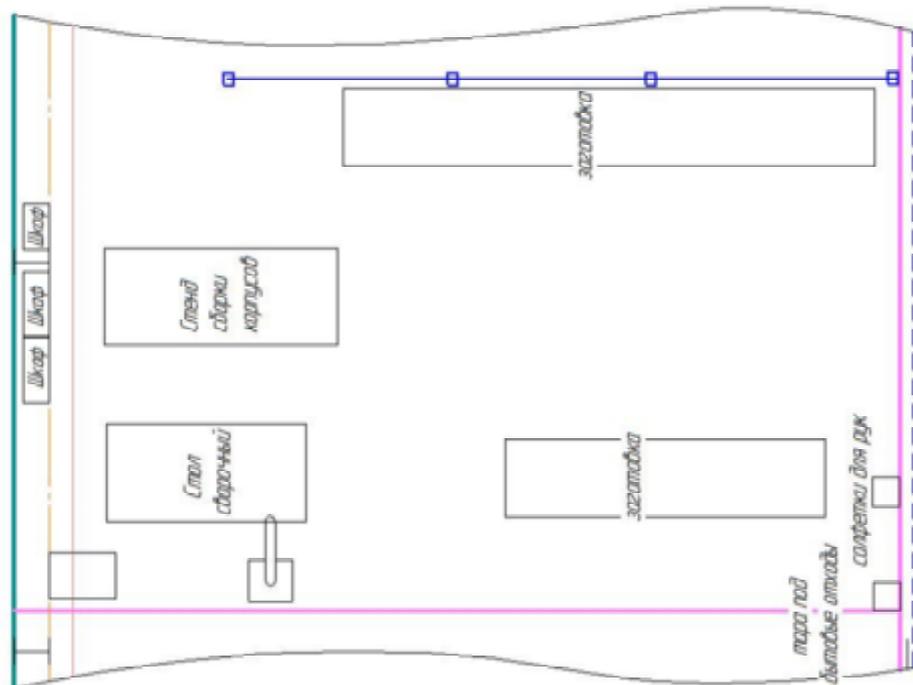
4.4 Планировка оборудования и рабочих мест цеха (участка)

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Сборка корпусов палей

8

7



№ п/п	№ докум.	Лист	Дата
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

Сборка корпусов палей

Корпусов Формат А3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2019.190.00 ПЗ

В данной работе была рассмотрена технология изготовления сварного корпуса грузоподъемной тали.

Современные технологии сварки, создают повышенные требования к квалификации специалистов в области сварки, в особенности рабочих-сварщиков, так как именно они непосредственно осваивают новые способы и приемы сварки, новые сварочные машины. Сегодня рабочему сварщику недостаточно уметь выполнять несколько пусть даже сложных, операций освоенного им способа сварки. Он должен понимать физическую сущность основных процессов, происходящих при сварке, знать особенности сварки различных конструкционных материалов, а также смысл и технологические возможности других, как традиционных, так и новых, перспективных способов сварки. Именно на это направлена данная дипломная работа.

При работе над проектом мы рассмотрели причины сварочных деформаций и пути их предупреждения. Разработали стенд для сборки корпуса тали, а так же нашли решение, как уменьшить деформации во время сварки.

Несмотря на то, что сварка в защитных газах получила широкое применение более полувека назад, она до сих пор является одной из самых востребованных способов сварки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Акулов, А. И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с. с ил.
2. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением: учебное пособие/ Н.Л. Зайцев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 78 с.
3. Шахматов, М. В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек/ М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. В. Коваленко – Уфа: Полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.
4. Куркин, С. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учебник для студентов вузов/ С. А. Куркин, Г. А. Николаев – М.: Высш. шк., 1991. – 398 с., ил.
5. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под ред. Б. Е. Патона. – М.: «Машиностроение», 1974. – 768 с., ил.
6. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению. Компьютерная версия. – 2-е изд. перераб./ Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
7. Окерблом Н.О. 1948 Сварочные деформации и напряжения.

ПРИЛОЖЕНИЕ

					15.03.01.2019.190.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58