

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет «Материаловедение и металлургические технологии»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ М.А. Иванов

« ____ » _____ 2018 г.

Технология сборки и сварки резервуара РВС-20000 листовым методом

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2018. . ПЗ ВКР

Руководитель работы

Подпись

И.О., Фамилия

« ____ » _____ 2018 г.

Автор работы

студент группы П-440

Бойко Святослав Викторович

« ____ » _____ 2018 г.

Нормоконтролёр

преподаватель

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2018 г.

Челябинск, 2018

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	7
1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Анализ конструкции изделия	8
1.2 Материал изделия и его свариваемость	10
1.3 Условия эксплуатации изделия	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	14
2.1 Базовый вариант технологического процесса	14
2.1.1 Подготовка листов.....	14
2.1.2 Вальцовка листов для полистовой сборки.....	15
2.1.3 Окраска и маркировка деталей резервуара.....	16
2.1.4 Подготовка к транспортировке и транспортировка деталей резервуара	17
2.1.5 Монтаж резервуара методом полистовой сборки	17
2.1.6 Сварка монтажных соединений стенки резервуара	19
2.1.7 Контроль сварных соединений.	22
2.2 Проектируемый вариант технологического процесса	23
2.2.1 Недостатки базового варианта технологического процесса	23
2.2.2 Проектируемый вариант	23
2.3 Выбор способа сварки.....	23
2.4 Выбор сварочных материалов	23
2.7 Расчет режимов сварки	24
2.8 Выбор сборочного и сварочного оборудования	30
2.8.1 Описание конструкции сварочной установки	30
Рисунок 2.16 – Источник сварочного тока DC600.....	32
3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	35
3.1 Способы и средства контроля качества	35

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3.2 Допустимые и недопустимые дефекты	35
Основные технические характеристики	36
3.4 Методика контроля	37
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	39
4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов	39
4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ.....	39
4.2.1 Пожарная безопасность	41
4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами.....	43
4.4 Планировка оборудования и рабочих мест участка	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	47

ВВЕДЕНИЕ

Предназначение любых видов резервуаров состоит в приеме, хранении, выдачи нефтепродуктов, воды, иных жидкостей, а также газообразных продуктов, в различных климатических условиях. Резервуары бывают нескольких типов: РВС - вертикальные цилиндрические резервуары, а также РГС - горизонтальные цилиндрические резервуары (к которым относятся и газовые сепараторы). Далее речь пойдет о вертикальных цилиндрических резервуарах.

Появление вертикальных стальных резервуаров тесно связано с именем выдающегося русского инженера, впоследствии академика В. Г. Шухова, по расчетам и проектам которого с 1878 г. сооружались первые стальные резервуары для хранения нефти, керосина и бензина, а затем и первые нефтебазы для снабжения нефтепродуктами потребителей. В последние годы, в связи с увеличением пропускной способности магистральных нефти и нефтепродуктопроводов наметилась тенденция к увеличению объемов резервуаров. Необходимость увеличения единичной вместимости резервуаров диктуется как экономическими показателями, так и технологическими требованиями. Для строительства резервуарного парка заданного объема, при комплектовании его резервуарами большей единичной вместимости требуется значительно меньшая территория, чем для парка, оснащенного резервуарами небольшой вместимости. Это особенно важно при застройке площадки, имеющей сложные геологические и гидрогеологические условия, как, например, условия Западной Сибири.

С недавних пор участились случаи разрушения резервуаров. Эти разрушения сопровождаются разливом нефтепродуктов, нанесением огромного экологического ущерба окружающей среде. С недавнего времени резервуары относятся к классу особо опасных объектов. В данной работе приведены некоторые пути повышения работоспособности резервуаров, за счет изменения некоторых технологических и конструктивных особенностей.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Анализ конструкции изделия

Вертикальный цилиндрический резервуар представляет собой наземное сооружение, предназначенное для приема, хранения и дозирования жидкостей, нефтепродуктов и т. д. ВЦР выпускается серийно различной емкости от 5 до 200 тыс. м³. В настоящей работе рассматривается вертикальный цилиндрический резервуар объемом 20 000 м³, предназначенный для хранения метанола. Расчетный срок службы резервуара составляет 30 лет, межремонтный интервал 10 лет. РВС-20 000 относится к 1-му классу опасности по ПБ 03-605-03 и является особо опасным резервуаром. Общий вид резервуара показан на рисунке 1.1.

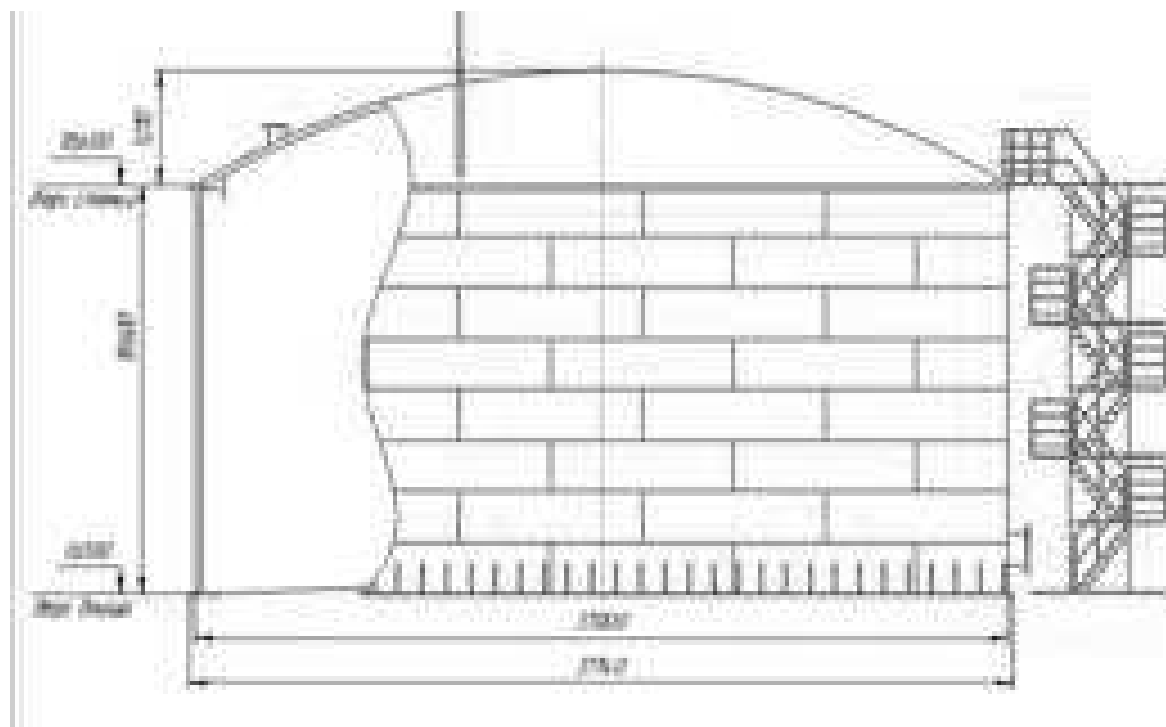


Рисунок 1.1 – Общий вид резервуара с шахтной лестницей

Конструктивно РВС-20 000 состоит из:

- крыша;
- полотнище стенки;
- днища;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2018.135.00 ПЗ

Лист

8

- люки-лазы;
- патрубки.

Габаритный размеры резервуара:

- Диаметр резервуара – 37 140 мм;
- Высота резервуара – 23 810 мм;

Полотнище стенки состоит из 8 поясов, каждый пояс состоит из совокупности листов, которые приварены друг к другу торцами.

Размеры листов: 8325x2325x16 мм, 8051x2325x16 мм, 8325x2325x16 мм и 8044x2325x14 мм.

Вертикальные сварные швы выполняются Х-образной разделкой кромок, а горизонтальные сварные швы свариваются с К-образной разделкой кромок. Первый пояс имеет толщину 16мм, а последующие 7 поясов 14 мм. Общий вид стенки резервуара показан на рисунке 1.2, спецификация приведена в таблице 1.1.

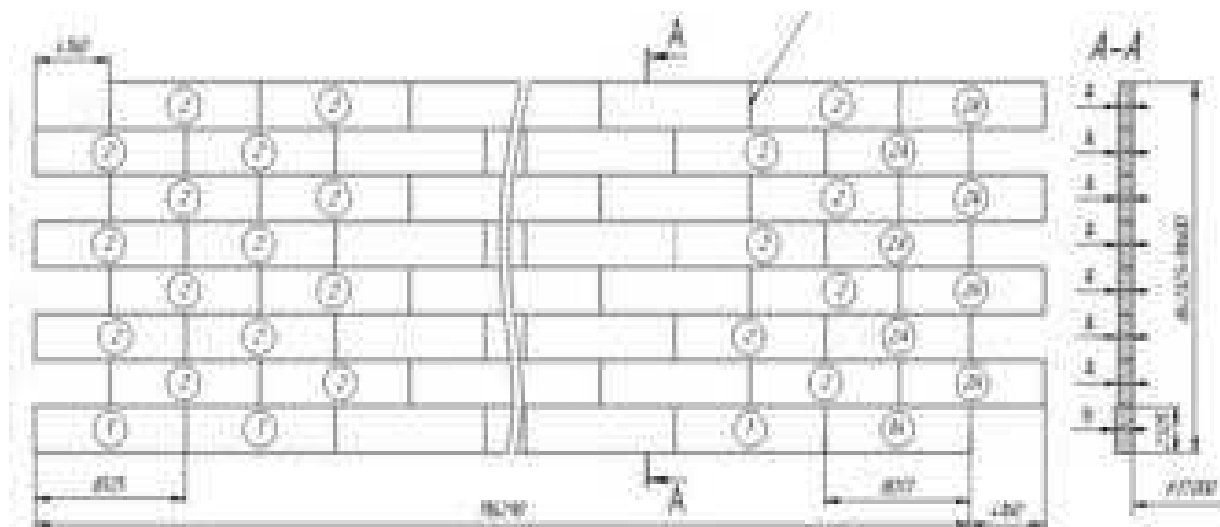


Рисунок 1.2 – Общий вид стенки РВС - 20 000 м³

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 1.1 – Спецификация листов полотнища стенки

Марка	Размеры, мм	Количество	Сталь
1	-16x2325x8325	13	09-Г2С-12
1А	-16x2325x8051	1	09-Г2С-12
2	-14x2325x8325	91	09-Г2С-12
2А	-14x2325x8044	7	09-Г2С-12

Крыша вертикальных цилиндрических резервуаров состоит из отдельных сегментов и выполнена сферической, и показана на рисунке 1.3.

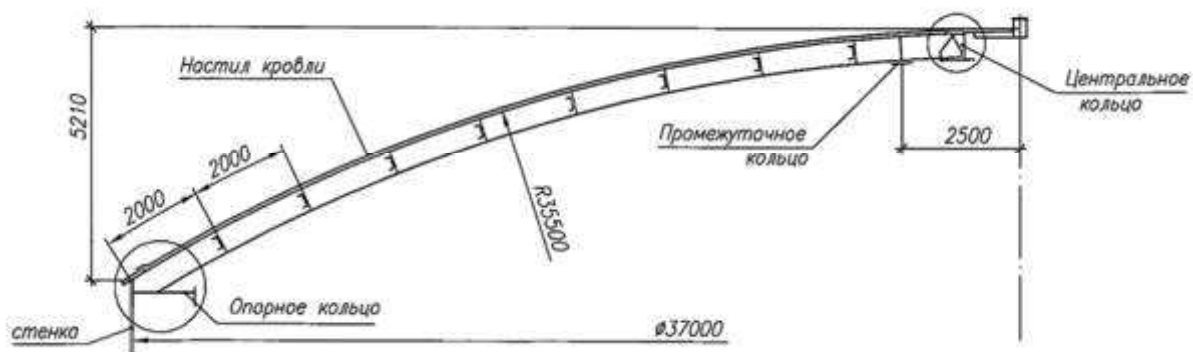


Рисунок 1.3 – Схема сферической крыши

1.2 Материал изделия и его свариваемость

Конструкция резервуара РВС-20000 изготавливается из конструкционной стали 09Г2С по ГОСТ19281-2014 г. Данная сталь устойчива к перегреву и образованию трещин, так же хорошо свариваема. Сталь сваривается как с предварительным подогревом, так и без подогрева, так как данная сталь обладает низким содержанием углерода.

Таблица 2.7 – Химический состав стали 09Г2С

C, %	Si, %	Mn,%	Ni,%	S, %	P, %	Cr, %	N, %	Cu, %	As,%	Fe,%
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	До 0,08	96- 97

Таблица 2.8 – Механические характеристики стали 09Г2С

Предел кратковременной прочности, МПа	Предел текучести, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, кДж/м ²
470	325	21	590-640

Эквивалентное содержание углерода стали 09Г2С рассчитаем по формуле (1) из [5].

$$C_э = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}; \quad (1)$$

где $C_э$ —эквивалентное содержание углерода в стали, %

$$C_э = 0,12 + \frac{1,5}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,3}{5} + \frac{0}{4} + \frac{0}{14} = 0,49;$$

Таким образом можно сделать вывод, что предварительный подогрев нужен, так как $C_э > 0,45$

Расчет температуры предварительного подогрева выполним по формуле:

$$T = 350 * (C_{об} - 0,25)^{0,5} \quad (2)$$

где:

$C_{об}$ - общий углеродный эквивалент. Рассчитывается по формуле:

$$C_{об} = C_{эф}^{э} * (1 - 0,005t) \quad (3)$$

где:

$t=16$ мм, толщина металла.

$$C'_{\text{эkv}}^{\text{Cef}} = C + \frac{\text{Mn} + \text{Cr}}{9} + \frac{\text{Ni}}{18} + \frac{7\text{Mo}}{90} \quad (4)$$

$$C'_{\text{эkv}}^{\text{Cef}} = 0,3 + \frac{1,1 + 1,2}{9} + \frac{0,3}{18} + \frac{7 * 0,3}{90} = 0,59$$

$$C_{\text{об}} = 0,59 * (1 - 0,005 * 4) = 0,578$$

$$T = 350 * (0,578 - 0,25)^{0,5} = 200,55\text{C}$$

Назначим температуру предварительного подогрева $T=200\text{ C}$

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1.3 Условия эксплуатации изделия

В данной работе резервуар эксплуатируется в интервале температур от -40 до +45 С°. Основные эксплуатационные характеристики резервуара: номинальный объём—20000м³, максимальный уровень налива—18 литров, полезный объём—19350 м³. Материалы для изготовления РВС должны соответствовать ГОСТ 19903-74 и ПБ 03-605-03. Сварные швы должны быть герметичными, непроницаемыми и непрерывными. Технология сварки, сварочные материалы и оборудование должны обеспечивать прочностные и пластические свойства, ударную вязкость не ниже чем нормативные характеристики основного металла по [1], [2]. Механические свойства сварных соединений должны соответствовать [1], [2]. Сварные швы следует очистить, поверхность швов должна быть ровной, равномерно-чешуйчатой, без резких переходов к основному металлу и соответствовать [1], [2]. Внутреннее избыточное давление—2,0 кПа, снеговая нагрузка—4,0 кПа, ветровая нагрузка—0,3 кПа.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Базовый вариант технологического процесса

Базовый вариант изготовления стенки резервуара включает в себя:

- подготовка листов;
- вальцовка листов ;
- окраска и маркировка деталей резервуара;
- подготовка к транспортировке и транспортировка деталей резервуара;
- монтаж резервуара методом листовой сборки;
- сварка монтажных соединений стенки резервуара;
- контроль сварных соединений.

2.1.1 Подготовка листов

На данном этапе производится разметка, правка на многовалковой листогибочной машине и газовая резка листового проката по размерам. Для изготовления полотна стенки применяется сталь листовая горячекатаная 09Г2С-12 по ГОСТ19903-74. Листовой стальной прокат используется шириной 2,5м, длиной 10м и толщиной 14,16мм. Также на данном этапе производится обработка кромок листов на кромкострогальном станке для сварочных работ. Каждый этап тщательно контролируется по предельным отклонениям формы деталей. Подготовка листов показана на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Подготовка листов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2018.135.00 ПЗ

Лист

14

2.1.2 Вальцовка листов для полистовой сборки

Вальцовка подготовленных листов осуществляется с помощью многовалковой листогибочной машины, схема вальцовки листов показана на рисунке 2.2. Величина изгиба зависит от радиуса резервуара. Точность изгиба проверяется специальным шаблоном. С помощью шаблона проверяются такие параметры: зазор между шаблоном и листом (не более 3мм), величина волнистости торцевой части листа (не должна превышать 4мм и не более 2мм на 1 м длины). После проверки с помощью шаблона проводится контрольная сборка днища резервуара для выставления на нем каждого пояса полотнища стенки. Вальцованные листы представлен на рисунке 2.3.

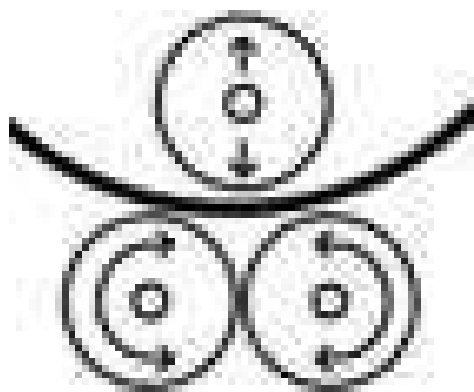


Рисунок 2.2 – Схема вальцовки листов



Рисунок 2.3 – Вальцованные листы

Контрольная сборка днища с выставлением пояса полотнища стенки показана на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Контрольная сборка днища с выставлением пояса полотнища
стенки

2.1.3 Окраска и маркировка деталей резервуара

На этом этапе производится антикоррозионная защита частей резервуара по СНиП 2.03.11-85 и ГОСТ 21.513. Все части резервуара покрывают грунтовкой. Перед нанесением грунтовки все поверхности должны быть обезжирены до 2 степени по ГОСТ 9.400-2004, обеспылены, очищены от окислов до 1 степени. Также на данном этапе каждая деталь маркируется согласно маркировочной схеме. Маркировка нужна для проведения монтажных работ. Окрашенные детали показаны на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Окрашенные детали резервуара

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2.1.4 Подготовка к транспортировке и транспортировка деталей резервуара

Готовые полотнища стенки и другие части резервуара упаковываются в специальные ложементы. Ложементы нужны для сохранения формы листов при хранении, перегрузки и транспортировки к месту монтажа резервуара. Транспортировка к месту сборки резервуара осуществляется с помощью железнодорожного транспорта. Погрузка осуществляется с помощью башенного крана. Готовые к транспортировке листы в ложементах показаны на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Готовые к транспортировке листы в ложементах

2.1.5 Монтаж резервуара методом полистовой сборки

Самый распространенный способ монтажа резервуара методом полистовой сборки – наращивание листов (сборка по высоте). Все части резервуара поступают на место установки с чертежами и маркировочной схемой. Порядок монтажа резервуара методом полистовой сборки:

- установка днища;
- полистовая сборка стенки;
- установка несущих конструкций;
- установка крыши.

Полистовая сборка стенки: вальцованные листы стенки подают на место монтажа с помощью крана, сборка листов между собой выполняются с применением сборочных приспособлений, обеспечивающих проектные зазоры в стыках, предварительно каждый монтируемый лист должен быть закреплен на нижележащим поясе с помощью сборочных швеллеров, далее листы должны

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

собираться по вертикальным кромкам с помощью сборочных скоб. Предельные отклонения размеров и формы смонтированной стенки не должны превышать значений, приведенных РД-23.020.00-КТН-079-09. Площадка установки резервуара показана на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 – Площадка установки резервуара

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2018.135.00 ПЗ

Лист

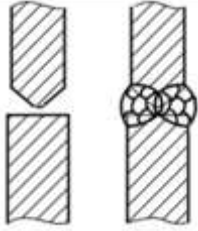
18

2.1.6 Сварка монтажных соединений стенки резервуара

При листовой сборке сварка листов полотнищ стенки и других частей резервуара производится на площадке постройки резервуара по [1], [2], [3]. При листовой сборке стенки резервуара используется механизированная сварка проволокой сплошного сечения в среде защитного газа по ГОСТ 14771-76. Сварка является самым ответственным и трудоемким процессом в монтаже резервуара.

Горизонтальные(кольцевые) сварные швы выполняются с К-образной разделкой кромок за несколько проходов. Условное обозначение кольцевых сварочных соединений – С15 по ГОСТ 14771-76 представлено в таблице 2.1. Разделка кромок и сварка горизонтальных соединений С15 показаны на рисунке 2.8.

Таблица 2.1 – Условное обозначение кольцевых сварочных соединений – С15

Тип соединения	Форма подготовки кромок	Характер сварного соединения	Форма попереченого сечения	Толщина стенки, мм	Условное обозначение сварного соединения
Стыковое	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний		14,16	С15

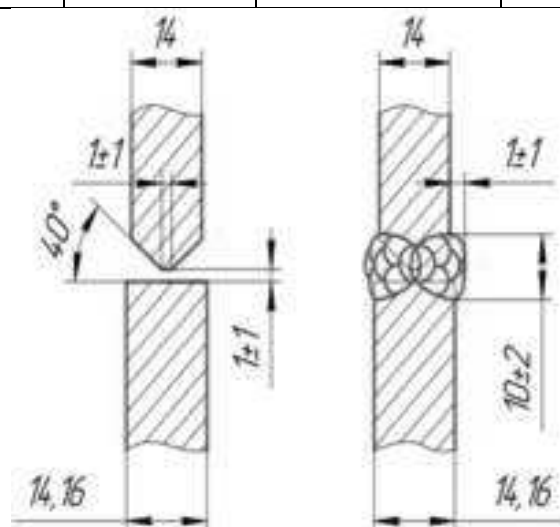


Рисунок 2.8 – Разделка кромок и сварка горизонтальных соединений С15

Вертикальные сварные швы выполняются с X-образной разделкой кромок за несколько проходов. Условное обозначение вертикальных сварочных соединений – С25 по ГОСТ 14771-76 представлено в таблице 2.2. Разделка кромок и сварка вертикальных соединений С25 показаны на рисунке 2.9.

Таблица 2.2 – Условное обозначение вертикальных сварочных соединений

Тип соединения	Форма подготовки кромок	Характер сварного соединения	Форма попереченого сечения	Толщина стенки, мм	Условное обозначение сварного соединения
Стыковое	С двумя симметричными скосами кромок	Двусторонний		14,16	С25

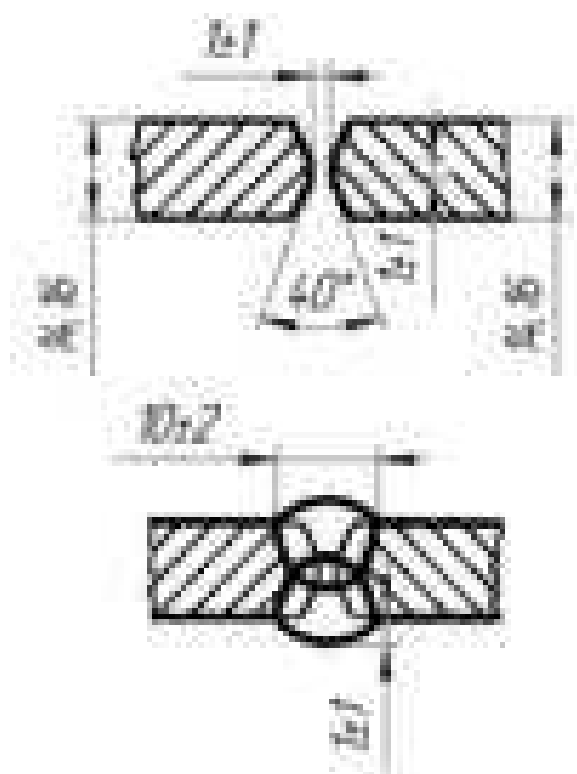


Рисунок 2.9 – Разделка кромок и сварка горизонтальных соединений С25

Для выполнения сварки используется подающий механизм ПДГ-312 с источником питания ВДГ-303-3.

Применяется проволока Св08Г2С по ГОСТ 2246-70, химический состав проволоки представлен в таблице 2.4. Сварку ведут в среде защитного газа – CO₂ по ГОСТ 8050 расход газа в зависимости от скорости ветра показан в таблице 2.5.

Таблица 2.4 – Химический состав Св08Г2С

C,%	Si,%	Mn,%	S,%	P,%	Al,%	Cr,%	Ni,%	Cu,%	Mo,%
0,08	0,75	1,82	0,005	0,014	0,004	0,06	0,05	0,1	0,005

Таблица 2.5 – Расход газа(CO₂) в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	0-2	3-6	6-8	9-10
Расход газа, л/ч	10-20	25-30	35-50	60-65

Режимы механизированной сварки в углекислом газе для вертикальных и горизонтальных соединений представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Режимы сварки для вертикальных и горизонтальных соединений

Марка проволоки и диаметр	Пространственное положение шва	Слой шва	Сварочный ток*, А	Напря-жение дуги, В	Вылет электрода, мм	Примечание
Св-08Г2С Ø 1,2мм	Вертикальное	Корневой	140-180	19-22	10-15	Расход CO ₂ устанавливается в зависимости от скорости ветра
		Заполняющие	160-220	19-24		
		Облицовочные	140-160	19-22		
	Горизонтальное	Корневой	160-180	19-22		
		Заполняющие	240-280	22-26		
		Облицовочные	160-220	20-25		

Порядок сварки полотнища стенки: Каждый пояс стенки выставляют и собирают на прихватках. Затем выполняют корневой шов, заполняющие и облицовочные швы. Каждый последующий валик многослойного шва следует выполнять после тщательной очистки армированным абразивным кругом после предыдущего валика от шлака, брызг металла. Длина сварного шва при механизированной сварке составляет 400-500мм. Начало и конец каждого

технологического участка в наплавленном валике должны перекрываться со смещением на 25-30мм. После проварки стенки с одной стороны, перед выполнением шва с обратной стороны необходимо зачистить корень шва армированным абразивным кругом до чистого бездефектного металла. Сварку ведут обратноступенчатую, при которой шов выполняется участками в направлении обратном общему направлению сварки.

2.1.7 Контроль сварных соединений.

Контроль сварных соединений горизонтальных и вертикальных проводится по [1], [4]. Вертикальные и горизонтальные швы подвергаются визуально-измерительному контролю(ВИК) по РД 03-606-03, радиографическому(РК) по ГОСТ 7512, ультразвуковому (УЗК) контролю по ГОСТ 23055 и цветной дефектоскопии по ГОСТ 18442-80. Радиографический контроль и ультразвуковая дефектоскопия предназначена для выявления внутренних дефектов, а для контроля наличия внешних дефектов—цветная дефектоскопия и ВИК.

К недопустимым внешним дефектам сварных соединений стенки резервуара относятся трещины любых видов и размеров, несплавления, наплывы, грубая чешуйчатость, прожоги и свищи. Подрезы допускаются не более 0,3мм (вертикальные поясные швы), 5% толщины, но не более 0,5мм(горизонтальные поясные швы), длина подреза не должна превышать 10%

длины шва. К недопустимым внутренним дефектам относятся трещины, непровары, шлаковые включения. Поры допускаются шириной 1,5мм длиной 3,5мм, суммарная длина 15мм. После проверяется герметичность сварных соединений с использованием пробы «мел–керосин» следует проводить путем обильного смачивания швов керосином. На противоположной стороне, предварительно покрытой водой суспензией мела или окалина, не должно появляться пятен.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

2.2 Проектируемый вариант технологического процесса

2.2.1 Недостатки базового варианта технологического процесса

Изготовление резервуара с помощью механизированной сварки проволокой сплошного сечения в среде защитного газа является трудоемким, так как основные сварочные работы проводятся на монтаже резервуара, что приводит к снижению качества сварных соединений и большим затратам времени. Поэтому целесообразно поменять данную сварку на автоматическую сварку под слоем флюса, что приведет к автоматизации данного процесса, существенно ускорит сварку, снизится трудоемкость и повысится качество сварных соединений.

2.2.2 Проектируемый вариант

Изготовление стенки резервуара листовым методом с помощью автоматической сварки под слоем флюса из конструкционной стали 09Г2С.

2.3 Выбор способа сварки

Наиболее оптимальный способ сварки для изготовления стенки резервуара – автоматическая сварка под слоем флюса. По сравнению с ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и механизированной сваркой в защитных газах, автоматическая сварка имеет следующие преимущества: высокое качество сварных соединений, высокая производительность, зона сварки максимально защищена, исключение искрообразования и т.п.

2.4 Выбор сварочных материалов

Для автоматической сварки под слоем флюса применяется сварочная проволока Св-08ГА по ГОСТ 2246-70, диаметр проволоки $d=3,0$ мм и флюс АН-348А по ГОСТ 9087-81. Химический состав сварочной проволоки и флюса приведены в таблицах 2.9 и 2.10.

Таблица 2.9 – Химический состав проволоки Св-08ГА

C	Si	Mn	S	P	Cr	N
До 0,1	До 0,06	0,8-1,1	До 0,025	До 0,03	До 0,1	До 0,01

Таблица 2.10 – Химический состав флюса АН-17

SiO ₂	MnO	CaO	MgO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P
40-44	31-38	<12	<7	3-6	<6	0,5-2,0	0,12	0,12

Расчет склонности к образованию горячих трещин рассчитаем по формуле (2) из [5]:

$$HCS = \frac{C(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}) \cdot 1000}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} = \frac{0,1 \cdot (0,025 + 0,03 + \frac{0,06}{25} + \frac{0}{100}) \cdot 1000}{3 \cdot 1,1 + 0,1 + 0 + 0} = 1,7 \quad (2)$$

$HCS = 1,7 < 2$, следовательно, соединения не склонны к образованию горячих трещин.

2.7 Расчет режимов сварки

1) Сварка соединений производится в соответствии ГОСТ 8713-79, соединений встык-С15. Нормативные требования к геометрическим характеристикам соединения С15 1 пояса и соединения 1 и 2 пояса показаны на рисунке 2.11.

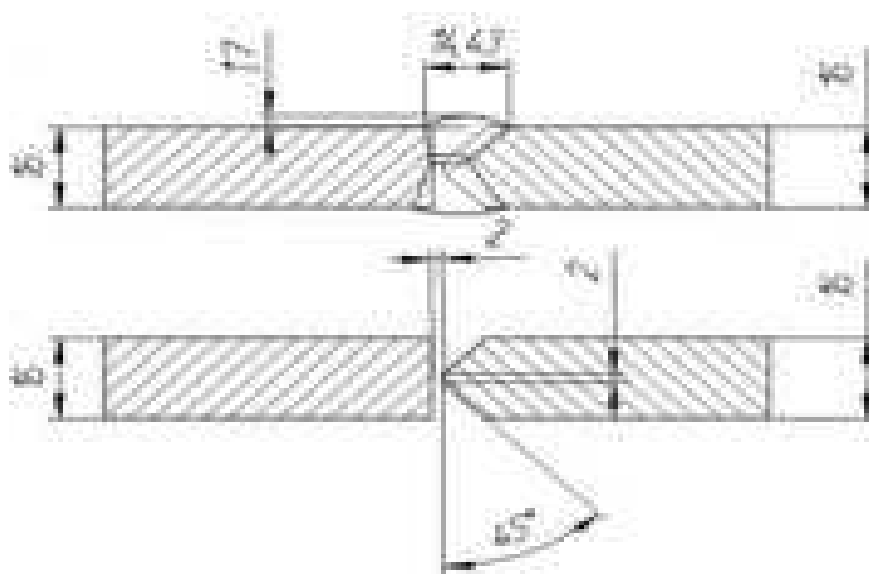


Рисунок 2.11–Нормативные требования к геометрическим характеристикам соединения С15 1 пояса и соединения 1 и 2 пояса.

Зададим глубину проплавления: $H_{\text{пр}}=7,4$ мм

Рассчитаем силу сварочного тока по формуле (3) из [5]:

$$I_{\text{св}} = (70 \div 90) \cdot H_{\text{пр}} = 7,4 \cdot 82 = 440 \text{ А} \quad (3)$$

По плотности тока $j=62\text{А/мм}^2$ выбираем диаметр электрода 3 мм.

Рассчитаем напряжение дуги по формуле (4) из [5]:

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{\text{св}}}{d_3^{0,5}} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 \cdot 440}{3^{0,5}} = 33 \text{ В} \quad (4)$$

Скорость сварки найдем по формуле (5) из [5]:

$$V_{\text{св}} = P / I_{\text{св}} \quad (5)$$

где P —коэффициент зависящий от d_3 ;

$$V_{\text{св}} = P / I_{\text{св}} = 15500 / 440 = 0,98 \text{ см/с}$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле (6) из [5]:

$$q_n = \frac{0,24 \cdot I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \mu_n}{V_{\text{св}}} \quad (6)$$

где $\mu_n = 0,9$ —коэффициент потерь

$$q_n = \frac{0,24 \cdot 440 \cdot 33 \cdot 0,9}{0,98} = 3205 \text{ кал/см}$$

Определим коэффициент формы провара по формуле (7) из [5]:

$$\Psi_{\text{пр}} = \frac{k' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot d_3 \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} \quad (7)$$

где $k' = 0,367 \cdot j^{0,1925} = 0,8$;

$$\Psi_{\text{пр}} = \frac{0,8 \cdot (19 - 0,01 \cdot 440) \cdot 3 \cdot 33}{440} = 2,67$$

Глубину провара найдём по формуле (8) из [5]:

$$H_{\text{пр}} = A \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}} \quad (8)$$

где $A=0,02$ —коэффициент расплавления

$$H_{\text{пр}} = A \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{\text{пр}}}} = 0,02 \cdot \sqrt{\frac{3205}{2,67}} = 7,4 \text{ мм}$$

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Ширину шва определим по формуле (9) из [5]:

$$B = H_{\text{пр}} \cdot \Psi_{\text{пр}} = 7,4 \cdot 2,67 = 14,43 \text{ мм} \quad (9)$$

Вылет электрода посчитаем по формуле (10) из [5]:

$$l_3 = 10 \cdot d_3 = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ см} \quad (10)$$

Коэффициент расплавления рассчитаем по формуле (11) из [5]:

$$a_p = a'_p + \Delta a_p \quad (11)$$

где $a'_p = 11,6 \text{ г/Ач}$; $\Delta a_p = 1,23 \text{ г/Ач}$

$$a_p = 11,6 + 1,23 = 12,83 \text{ г/Ач}$$

Скорость подачи проволоки рассчитаем по формуле (12) из [5]:

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot a_p \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_3^2 \cdot \gamma} = \frac{4 \cdot 12,83 \cdot 440}{3,14 \cdot 9 \cdot 7,8} = 102 \text{ м/ч} \quad (12)$$

Площадь наплавленного металла найдём по формуле (13) из [5]:

$$F_H = \frac{a_p \cdot I_{\text{св}} \cdot (1 - \Psi_{\text{п}})}{3600 \cdot \gamma \cdot V_{\text{св}}} \quad (13)$$

где $\Psi_{\text{п}} = 0$ – коэффициент потерь металла на разбрызгивание и угар; $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$
плотность металла

$$F_H = \frac{12,83 \cdot 440 \cdot (1 - 0)}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,98} = 0,20 \text{ см}^2 \quad (13)$$

Усиление шва найдём по формуле (14) из [5]:

$$C = \frac{F_H}{0,73 \cdot B} = \frac{0,20}{0,73 \cdot 14,43} = 1,93 \text{ мм} \quad (14)$$

Общую высоту шва найдём по формуле (15) из [5]:

$$D = C + H_{\text{пр}} = 1,93 + 7,4 = 7,34 \text{ мм} \quad (15)$$

Коэффициент формы валика найдём по формуле (16) из [5]:

$$\Psi_B = \frac{B}{C} = \frac{14,43}{1,93} = 7,47 \quad (16)$$

Рассчитаем скорость охлаждения по формуле (17, 18, 19) из [5]:

$$\frac{1}{\Theta} = \frac{2 \cdot q_{\text{п}}}{\pi \cdot (\delta)^2 \cdot c \cdot \gamma \cdot (T_m - T_0)} = \frac{2 \cdot 3205}{3,14 \cdot (0,9)^2 \cdot 0,16 \cdot 7,8 \cdot (500 - 75)} = 4,75 \quad (17)$$

$$\tilde{\omega} = \frac{2}{\pi \cdot \frac{1}{\Theta}} = \frac{2}{3,14 \cdot 4,75} = 0,14 \quad (18)$$

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$$\omega_{\text{охл}} = \tilde{\omega} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot (T_m - T_0)^2}{q_{\text{п}}} = 0,14 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,16 \cdot (425)^2}{3205} = 7,9 \text{ } ^\circ\text{C/c} \quad (19)$$

1) Сварка соединений производится в соответствии ГОСТ 8713-79, соединений встык–С25. Нормативные требования к геометрическим характеристикам соединения последующих поясов показаны на рисунке 2.13.

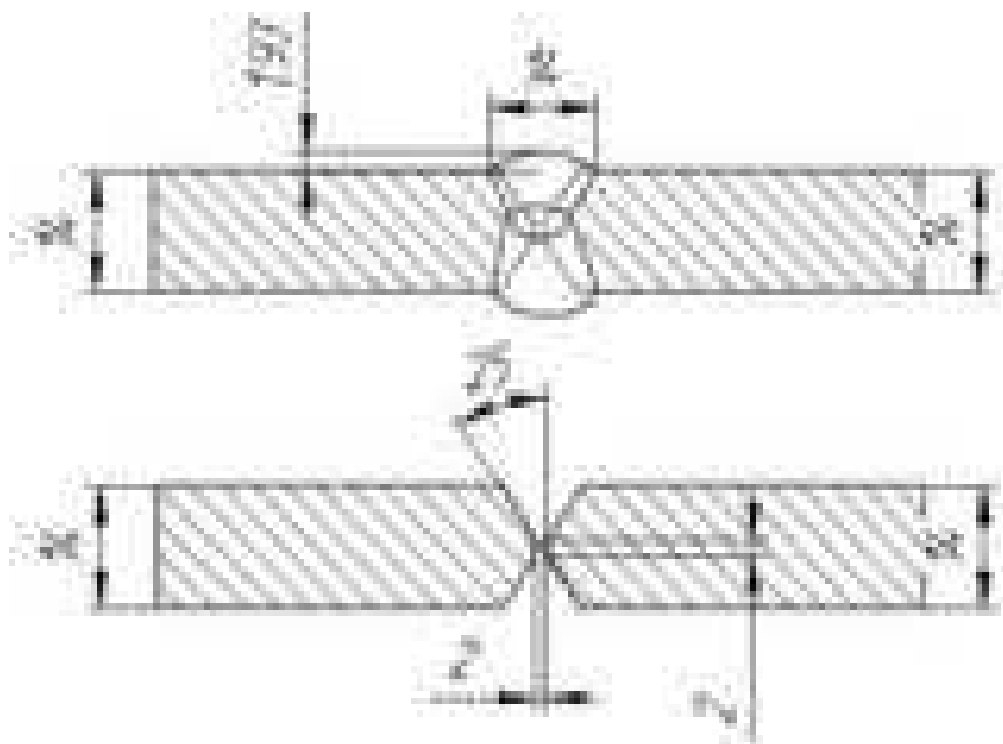


Рисунок 2.13–Нормативные требования к геометрическим характеристикам соединения С25

Расчет сварного стыкового соединения встык:

Зададим глубину проплавления: $H_{пр}=6,8$ мм

Рассчитаем силу сварочного тока по формуле (3):

$$I_{св} = (70 \div 90) \cdot H_{пр} = 6,8 \cdot 85 = 410 \text{ А}$$

По плотности тока $j=58\text{А/мм}^2$ выбираем диаметр электрода 3 мм.

Рассчитаем напряжение дуги по формуле (4):

$$U_{д} = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{св}}{d_{э}^{0,5}} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 \cdot 410}{3^{0,5}} = 33 \text{ В}$$

Скорость сварки найдем по формуле (5):

$$V_{св} = P / I_{св}$$

где P –коэффициент зависящий от $d_{э}$

$$V_{св} = 15500 / 410 = 1,05 \text{ см/с}$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле (6):

$$q_n = \frac{0,24 \cdot I_{св} \cdot U_{д} \cdot \mu_n}{V_{св}}$$

где $\mu_n = 0,9$ –коэффициент потерь

$$q_n = \frac{0,24 \cdot 410 \cdot 33 \cdot 0,9}{1,05} = 2782 \text{ кал/см}$$

Определим коэффициент формы провара по формуле (7):

$$\Psi_{пр} = \frac{k \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot d_{э} \cdot U_{д}}{I_{св}}$$

где $k' = 0,367 \cdot j^{0,1925} = 0,8$;

$$\Psi_{пр} = \frac{0,8 \cdot (19 - 0,01 \cdot 410) \cdot 3 \cdot 33}{410} = 2,89$$

Глубину провара найдём по формуле (8):

$$H_{пр} = A \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\Psi_{пр}}}$$

где $A=0,02$ –коэффициент расплавления

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$H_{\text{пр}} = 0,02 \cdot \sqrt{\frac{2782}{2,89}} = 4,84 \text{ мм}$$

Ширину шва определим по формуле (9):

$$B = H_{\text{пр}} \cdot \Psi_{\text{пр}} = 4,84 \cdot 2,89 = 14 \text{ мм}$$

Вылет электрода посчитаем по формуле (10):

$$l_3 = 10 \cdot d_3 = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ см}$$

Коэффициент расплавления рассчитаем по формуле (11):

$$a_p = a'_p + \Delta a_p$$

где $a'_p = 11,6 \text{ г/Ач}$; $\Delta a_p = 1,11 \text{ г/Ач}$

$$a_p = 11,6 + 1,11 = 12,71 \text{ г/Ач}$$

Скорость подачи проволоки найдём по формуле (12):

$$V_{\text{пп}} = \frac{4 \cdot a_p \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_3^2 \cdot \gamma} = \frac{4 \cdot 12,71 \cdot 410}{3,14 \cdot 9 \cdot 7,8} = 94,5 \text{ м/ч}$$

Площадь наплавленного металла рассчитаем по формуле (13):

$$F_{\text{н}} = \frac{a_p \cdot I_{\text{св}} \cdot (1 - \Psi_{\text{п}})}{3600 \cdot \gamma \cdot V_{\text{св}}}$$

где $\Psi_{\text{п}}=0$ —коэффициент потерь металла на разбрызгивание и угар; $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ —плотность металла

$$F_{\text{н}} = \frac{12,71 \cdot 410 \cdot (1 - 0)}{3600 \cdot 7,8 \cdot 1,05} = 0,17 \text{ см}^2$$

Усиление шва найдём по формуле (14)

$$C = \frac{F_{\text{н}}}{0,73 \cdot B} = \frac{0,17}{0,73 \cdot 14} = 1,71 \text{ мм} \quad (14)$$

Общая высота шва рассчитаем по формуле (15):

$$D = C + H_{\text{пр}} = 1,71 + 4,84 = 6,56 \text{ мм} \quad (15)$$

Коэффициент формы валика найдём по формуле (16):

$$\Psi_B = \frac{B}{C} = \frac{14}{1,71} = 8,1 \quad (16)$$

Расчет скорости охлаждения по формулам (17, 18, 19)

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot q_{\text{п}}}{\pi \cdot (\delta)^2 \cdot c \cdot \gamma \cdot (T_m - T_0)} = \frac{2 \cdot 2782}{3,14 \cdot (0,8)^2 \cdot 0,16 \cdot 7,8 \cdot (500 - 75)} = 5,22 \quad (17)$$

$$\tilde{\omega} = \frac{2}{\pi \cdot \frac{1}{\theta}} = \frac{2}{3,14 \cdot 5,22} = 0,12 \quad (18)$$

$$\omega_{\text{охл}} = \tilde{\omega} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot (T_m - T_0)^2}{q_{\text{п}}} = 0,12 \cdot \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,16 \cdot (425)^2}{2782} = 7,8 \frac{\text{С}}{\text{с}} \quad (19)$$

2.8 Выбор сборочного и сварочного оборудования

2.8.1 Описание конструкции сварочной установки

Для автоматического сваривания горизонтальных(кольцевых) швов используется Koike Aronson Ransome AGW 2 . Это оборудование является автоматической самоходной сварочной установкой для использования при строительстве полевых резервуаров различного назначения. Конструкция установки представляет А-образную раму, охватывающую сверху свариваемый пояс и опирающуюся на него. Каждая сторона системы AGW имеет собственную сварочную головку, контрольный блок, подвижную ременную систему поддержки и систему рециркуляции сварочного флюса, обеспечивающие одновременное выполнение сварных швов с обеих сторон резервуара. Сварочная часть системы включает комплект оборудования для автоматической сварки под флюсом компании Линкольн Электрик на базе автоматической головки NA-3S. В тех случаях, когда это одобрено заказчиком, система AGW, так же может использоваться для сварки двумя дугами по технологии Twin-Arc, разработанной Линкольн Электрик, или для сварки самозащитной порошковой проволокой. Технические характеристики представлены в таблице 2.11. Вид сварочного трактора показан на рисунке 2.15.

Таблица 2.11 – Технические характеристики Koike Aronson Ransome AGW 2

Система управления и подачи проволоки	Сварочная головка NA 3S, блок управления NA 3S (LincolnElectric)
---------------------------------------	--

Продолжение таблицы

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Диаметр проволоки, мм	2,5 - 3
Емкость катушки для проволоки, кг	27,2
Емкость бункера для флюса, кг	27,2
Мощность подогревателя флюса, Вт	700
Линейная скорость сварки, м/мин	До 2,54
Высота свариваемого кольца	От 1,2м до 3,05м
Толщина свариваемого листа, мм	От 6,35 до 51
Вес машины без флюса и проволоки, кг	816
Вес машины, готовой в сварке, кг	952
Источник сварочного тока, максимальная потребляемая мощность, КВт	DC600 (Lincoln Electric), 55



Рисунок 2.15 – Вид сварочной установки Koike Aronson Ransome AGW 2



Рисунок 2.16 – Источник сварочного тока DC600

Универсальная модель, с жесткой и подающей внешней характеристикой. Оборудован аналоговым вольтметром и амперметром. Схема стабилизации напряжения при колебаниях напряжения в сети в пределах 10%. Разъем ПДУ. Внешняя цепь переменного напряжения для питания вспомогательных и основных устройств 115 и 220 в.

Таблица 2.12 Технические характеристики DC-600

Модель	DC-600
Сеть питания	220/400/3/50-60
Цикл сварки	815A/44V/60%
Диапазон тока, А	50 - 815
Габариты, мм	699 x 564 x 965
Вес, кг	327,0

Для автоматического сваривания вертикальных швов используется ESAB Railtrack F 1000 . Это оборудование представляет собой каретку со встроенным блоком колебаний, перемещающаяся по жесткому алюминиевому рельсу с зубчатой рейкой, установленная на магнитных опорах. В качестве сварочного

источника используется Lincoln Electric Idealarc DC-600. Технические характеристики и вид ESAB Railtrack F 1000 показан на таблице 2.13 и рисунке 2.17 соответственно.

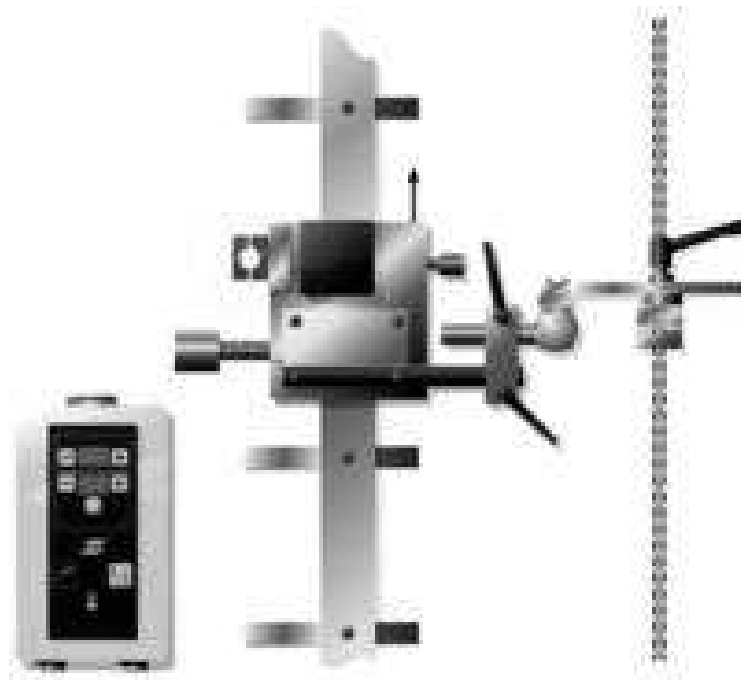


Рисунок 2.17 – Вид ESAB Railtrack F 1000

Таблица 2.13 – Технические характеристики ESAB Railtrack F 1000

Напряжение питания, Пер./пост. Ток, В	30-46/36-60
Потребляемая мощность, Вт	30
Масса(без напр. планки), кг	6
Габариты(д*ш*в), мм	170×300×170
Сечение направляющей планки, мм	60×5
Скорость сварки, мм/мин	100-1500
Скорость позионирования, мм/мин	1500



Рисунок 2.18 – Процесс работы ESAB Railtrack F 1000 на магнитных опорах

3 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1 Способы и средства контроля качества

Контроль сварных соединений горизонтальных и вертикальных швов проводится по [1], [4]. Вертикальные и горизонтальные швы подвергаются визуальному и измерительному контролю(ВИК) по РД 03-606-03 и ультразвуковому(УК) контролю по ГОСТ Р 55724-2013. УК предназначен для выявления внутренних дефектов, а для контроля наличия внешних дефектов-ВИК.

3.2 Допустимые и недопустимые дефекты

К недопустимым внешним дефектам сварных соединений стенки резервуара относятся трещины любых видов и размеров, несплавления, наплывы, грубая чешуйчатость, прожоги и свищи. Подрезы допускаются не более 0,3мм(вертикальные поясные швы), 5% толщины, но не более 0,5мм(горизонтальные поясные швы), длина подреза не должна превышать 10% длины шва.

К недопустимым внутренним дефектам относятся трещины, непровары. Шлаковые включения и поры допускаются шириной 1мм длиной 3мм, суммарная длина 10 мм.

3.3 Оборудование для контроля качества

УШС-3-Универсальный шаблон сварщика выпускается согласно техническим требованиям ГОСТ 15150. Общий вид УШС-3 показан на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Общий вид УШС-3

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Для проведения ультразвукового контроля предлагается использовать ультразвуковой дефектоскоп Erosch LTC. Дефектоскоп Erosch LTC предназначен для ультразвукового контроля материалов, изделий, сварных соединений на наличие дефектов типа нарушения сплошности или однородности в металлах, пластиках и других твердых телах на Рисунке 3.2 изображен дефектоскоп EPOCH LTC



Рисунок 3.2 – Общий вид EPOCH LTC

Erosch LTC предназначен для:

- поиска и обнаружения дефектов
- измерения координат дефектов
- измерения амплитуд сигналов от дефектов

Дефектоскоп может EPOCH LTC применяться при монтаже, эксплуатации и ремонте в строительстве, машиностроении, энергетике, металлургической промышленности, на транспорте и других отраслях.

Основные технические характеристики

- Ударопрочный и герметичный корпус, в соответствии со стандартом IP67;
- Цветной трансфлексивный экран;
- Соответствует европейским нормам по ультразвуковому контролю (EN 12668-1);
- Цифровые фильтры: широкополосный, узкополосный и высокочастотный;

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

- USB порты для связи с компьютером, принтером, внешних накопителей;
- Слот для Mini SD карт;
- Выход VGA, совместимый с широкими мониторами и проекторами;
- Генератор прямоугольных импульсов;
- Частотный диапазон 0.2 - 26,5 МГц;
- Усиление 0-110 дБ;
- Диапазон развертки 4/4 - 5000/10000 мм;
- Литий-ионный аккумулятор на 8-9 часов непрерывной работы;
- Температурный диапазон -10 - +50 °С;
- Размеры 223,3x128,9x55,1 мм;
- Вес 0,96 Кг;
- Экран 640x480 точек.

3.4 Методика контроля

Визуальный контроль

Визуальному контролю должны подвергаться 100% длины всех сварных соединений резервуара.

По внешнему виду сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- по форме и размерам швы должны соответствовать проекту;
- швы должны иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность (высота или глубина впадин не должна превышать 1 мм);
- металл шва должен иметь плавное сопряжение с основным металлом.

Ультразвуковой контроль (УК) производится по ГОСТ Р 55724-2013. Эхотеневой метод основан на регистрации эхо-сигнала, отраженного от дефекта. Кроме преимущества одностороннего доступа он также имеет наибольшую чувствительность к выявлению внутренних дефектов, высокую точность определения координат дефектов. Схема ультразвукового контроля показана на рисунке 3.5. Объем контроля показан в таблице 3.4.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

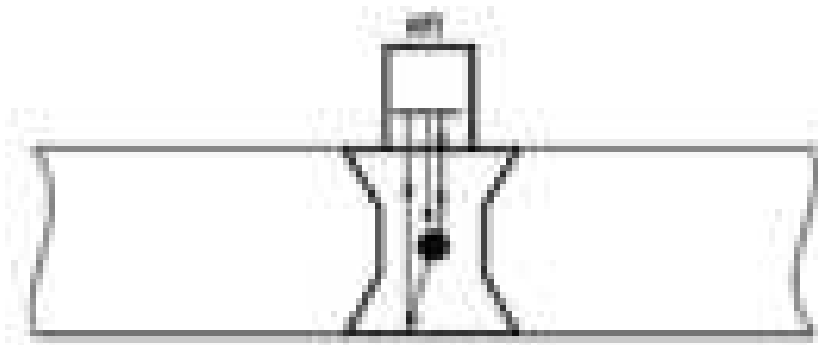


Рисунок 3.5 – Схема ультразвукового контроля

И – излучатель, П–приёмник

Объем контроля сварных соединений рулонных полотнищ стенки РВС 1 класса ультразвуковым контролем представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Объем контроля сварных соединений рулонных полотнищ стенки РВС 1 класса радиографическим контролем

Зона контроля	Объём контроля, %
Вертикальные сварные швы в поясах:	100
Горизонтальные сварные швы между поясами	100

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.01.2018.135.00 ПЗ

Лист

38

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

4.1 Анализ основных вредных и опасных производственных факторов

На здоровье и работоспособность человека во время труда влияет совокупность факторов производства и трудового процесса.

Вредный производственный фактор - фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который является причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменением №1)» опасные и вредные производственные факторы подразделяются на: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим опасным и вредным производственным факторам на СТО относятся:

- подвижные части оборудования, механизмы, машины;
- повышенная или пониженная температура воздуха ; поверхности оборудования;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха;
- повышенный уровень статического электричества ; электромагнитные излучения
- повышенный уровень шума, вибрации, ультразвука и инфразвука;
- отсутствие или недостаток естественного и искусственного освещения;
- острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхностях заготовок инструментов и оборудования.

4.2 Техника безопасности при производстве сварочных работ

Сварочные работы относятся к виду работ с повышенным показателем опасности. Среди небезопасных производственных факторов выделяются:

- 1) высокий уровень напряжение электросети;

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

- 2) световое и ультрафиолетовое излучение сварочной дуги;
- 3) вероятность появления искры и брызг;
- 4) высокая температура сварочной дуги и материалов;
- 5) давление газов, находящихся в баллонах.

Исходя из этого, техника безопасности при выполнении сварочных работ является очень актуальной темой. Ведь ее нарушение влечет за собой самые серьезные последствия. Среди самых частых травм, которые фигурируют в статистике, преобладают поражение электрическим током, ожоги глаз и незащищенных участков кожи и травмы механического свойства.

Для обеспечения электробезопасности на сборочно-сварочном участке в соответствии с требованиями ПОТ Р М-020-2001 приняты следующие меры:

- провода и кабели для питания электрооборудования машин и установок имеют надежную изоляцию и защиту от механических повреждений;
- электрооборудование машин термической резки должно иметь заземление. Заземлению подлежат у стационарных машин станина или рельсовый путь, у переносных машин - корпус машины;
- заземлены все цеховые газопроводы. Электрическое сопротивление между заземляющим устройством и любой точкой газопровода не превышает 100 Ом;
- запрещается производить ремонт машин термической резки под напряжением. Переносные машины термической резки во время их передвижения необходимо отключать от электрической сети;
- применяемое оборудование и приспособления удовлетворяют требованиям действующих стандартов и нормалей на соответствующее сварочное оборудование. Напряжение холостого хода источников сварочного тока не превышает максимальных значений, указанных в стандартах на соответствующее оборудование;
- соединение сварочных кабелей производят опрессовкой, сваркой или пайкой с последующей изоляцией мест соединения;
- в электросварочных аппаратах и источниках их питания элементы, находящиеся под напряжением закрыты оградительными устройствами;

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

-электросварочные установки присоединяются к источнику питания через рубильник и предохранитель или автоматический выключатель.

Основные меры безопасности технологических процессов принятые на сборочно-сварочном участке в соответствии с требованиями ПОТ Р М-020-2001:

- стационарное рабочее место имеет устройства для отсоса вредных веществ;
- для защиты от искр и брызг расплавленного металла сварщик пользуется защитными очками или защитным щитком, спецодеждой и перчатками;
- при перерывах в работе (обеденный перерыв и пр.) выключить рубильник электрической станции, закрыть вентили воды, охлаждающей системы воздуха. В зимнее время необходимо сохранять циркуляцию воды;
- при прекращении подачи электроэнергии выключить рубильник сварочной машины;
- сварочное оборудование, предназначенное для сварки под флюсом на стационарных постах имеет, приспособление для механизированной засыпки флюса в сварочную ванну и флюсоотсос с бункером и фильтром;
- пустые баллоны хранятся отдельно от баллонов, наполненных газом;
- газовые баллоны предохранены от ударов и действия прямых солнечных лучей. От отопительных приборов баллоны устанавливаются на расстоянии не менее 1 м;
- по окончании работы баллоны с газом размещаются в специально отведенном для хранения баллонов месте, исключаящем доступ посторонних лиц;
- на рабочем месте под ногами рабочих расположен резиновый ковер диэлектрический.

4.2.1 Пожарная безопасность

Проектируемый участок по классификации производств по пожарной безопасности относится к категории Г – пожароопасное производство, использующее горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие материалы и вещества, процесс обработки которых сопровождается выделением искр, пламени.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Источниками пожара в цехе могут служить источники питания сварочной дуги, газовые баллоны, технические масла и жидкости обрабатывающих станков, поврежденные электропровода оборудования.

Предусмотрено, что места, отведенные для проведения сварочных работ и установки сварочного оборудования, должны быть очищены от легковоспламеняющихся материалов в радиусе не менее 5 м.

При проведении сварочных работ запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел и жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей.

Перед началом работы сварщик проверяет исправность сварочной аппаратуры, подготовленность рабочего места в противопожарном отношении: наличие средств пожаротушения, внутренних пожарных кранов, песка, огнетушителей. Если рабочее место не подготовлено, к работам приступать нельзя. Во время работы не допускается попадание искр расплавленного металла и разбрасывание электродных огарков на горючие конструкции и материалы, а после работы рабочее место тщательно осматривается.

Запрещается загромождать и закрывать проходы к пожарному инвентарю. Курить необходимо в специально отведенных местах, оборудованных средствами пожаротушения.

При возникновении пожара или загорания необходимо немедленно отключить сварочную установку. Подать сигнал пожарной тревоги и сообщить о пожаре мастеру, руководителем, позвонить в пожарную охрану. До прибытия пожарной охраны необходимо приступить к ликвидации пожара наиболее целесообразными для данной ситуации способами.

В соответствии с выбранной категорией помещения по пожарной опасности на участке предусмотрены следующие средства пожаротушения:

- а) два порошковых огнетушителя массой 4 кг каждый;
- б) два ящика с песком;

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

в) щит пожарный ЩПП оборудованный ломом, багром, двумя ведрами, совковой и штыковой лопатой, тележкой для перевозки оборудования, асбестовым полотном, емкостью для хранения воды объемом 0,2 м³.

4.3 Безопасность при работе с подъемными устройствами

Подъемные устройства на производстве являются источником повышенной опасности, в работе с подъемными устройствами имеются специальные требования, невыполнение которых влечёт за собой тяжелые последствия различного рода. Общие требования:

- к работе с применением подъемника допускаются лица не моложе 18 лет;
- прошедшие медицинское освидетельствование, инструктаж, инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний охраны труда;
- имеющие группу по электробезопасности не ниже II группы.

Требования безопасности перед началом работ:

- проверить и надеть специальную одежду, средства индивидуальной защиты;
- осмотреть и подготовить свое рабочее место
- подготовить необходимый для данной работы инструмент, проверить их внешним осмотром и убедиться в их исправности;
- проверить состояние изоляционных проводов. При повреждении изоляции эксплуатировать подъемник запрещается;
- проверить оборудование подъемника,
- перед началом работ необходимо подать предупреждающий сигнал

Требования безопасности во время работы:

- при нормальной работе подъемника не должен наблюдаться повышенный шум механизма подъемника, повышенный нагрев винтовой пары;
- запрещается проводить какие-либо работы с подъемником и его пультом управления при поднятом грузе
- перед подъемом груза убедиться в правильном положении зацепных устройств
- во время работы на подъёмнике необходимо использовать средства индивидуальной защиты, спецодежда должна быть застегнута.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Требования безопасности в аварийной ситуации:

- немедленно прекратить работы и известить руководителя работ;
- под руководством руководителя работ оперативно принять меры по устранению причин аварий или ситуаций, которые могут привести к авариям или несчастным случаям;

4.4 Планировка оборудования и рабочих мест участка

Данный раздел посвящен описанию организационно-технических мероприятий и средств, примененных на спроектированном участке. Расчеты режимов сварки, выбора оснастки и оборудования выявили необходимость использования и размещения на участке сварки сварочного полуавтомата MIRA 221MV, сварочной колонны и полуавтомата EWM PHOENIX 351 PULS. В дипломном проекте была разработана планировка участка сборки и сварки резервуаров с внутренними шпангоутами. Принятые меры направлены на предотвращение и снижение опасных производственных факторов, связанных с освещенностью, микроклиматом, шумом, вредными веществами, ультрафиолетовым излучением, пожарной и электробезопасностью, а также безопасностью технологических процессов. Планировка участка приведена на рисунке 4.1

На планировке участка показаны основные размеры цехов в масштабе 1:100, высота, длина, ширина цеха, расстояние между опорными колоннами цеха. Указана высота на которой расположена кран балка. Указан пожарный проезд в соответствии с нормами пожарной безопасности. Так же на участке показано расположение средств пожаротушения. Рабочие места, где производится сварка, огорожены специальной ширмой, для предотвращения поражения сварочным излучением незащищенных работников цеха. Помимо этого на планировке указано рабочее место сварщика. Печи в которых производится термообработка изделия указаны под цифрами 3 и 9, консольный кран, производящий перемещение изделия по рабочим местам указан под цифрами 11 и 12, краны расположены так, чтобы изделие перемещалось от промежуточного склада к печи, месту ремонта 13 и сварки 2. Перемещение изделия по всей территории цеха

15.03.01.2018.135.00 ПЗ

						Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производится с помощью мостового крана 13 грузоподъемность которого составляет 3 тонны. Склад готовой продукции отмечен цифрой 14, на данном складе хранятся изделия, прошедшие все проверки НК и отвечающие соответствующим требованиям.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках дипломного проектирования были реализованы задачи и цели, поставленные вначале проекта. Проведен анализ вводимого оборудования для сварки стенки РВС-20000.

Проведен комплекс работ по расчетному обоснованию предложенного технологического процесса:

- выбор оптимального оборудования;
- выбор оптимального варианта сварочных материалов;
- выбор способа и расчет режимов сварки;
- анализ НДС сварных швов стенки резервуара;

Внедрение всех вышеперечисленных новшеств существенно повысит качество сварных соединений, уменьшение времени на производство стенки РВС.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов ПБ 03-605-03.
2. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для хранения жидких продуктов СТО 0048–2005
3. Проведение сварочных работ при строительстве резервуаров в условиях низких температур РД 25.160.00-КТН-034-11.
4. Контроль неразрушающий сварка металлов плавлением ГОСТ 23055-78
5. Зайцев Н.Л. Теоритические основы сварки плавлением
6. ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые
7. 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.
8. Шахматов, М. В. Производство сварных конструкций. Учебное пособие/ М. В. Шахматов, Д. М. Шахматов. – Челябинск: ООО «ЦПС Сварка и контроль», 2009. – 183 с.
9. Шахматов, М. В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек/ М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. В. Коваленко – Уфа: Полиграфкомбинат, 1999. – 272 с.
10. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: Учебное пособие / В. Н. Бекасова, С. И. Боровик, Н. В. Глотова и др.: под ред. И. С. Окраинской. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 166 с.
11. Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». – 4-е изд., перераб. – М.: «Машиностроение», 1980. – 319 с., ил.
12. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. В 3-х томах. М.: Машиностроение, 1974

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

13. 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.

14. J. Gorka Weldability of Thermomechanically Treated Steels Having a High Yield Point 2014 – 7с.

					15.03.01.2018.135.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48