

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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

« ____ » _____ 2017 г.

Разработка технологии наплавки уплотнительных поверхностей корпуса задвижки ЗМС-80х70

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-15.03.01.2017. ПЗ ВКР**

Руководитель работы
Тиньгаев А.К.,
доцент каф. ОиТСП

_____ И.О., Фамилия
Подпись
« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ПЗ-540
Нургалеев Радик Рамильевич

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролёр
преподаватель кафедры ОиТСП

_____ Ю.В. Безганс

« ____ » _____ 2017 г.

Челябинск, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	4
1.1 Описание изделия.....	4
1.2 Цель дипломного проекта.....	6
1.3 Описание технологического процесс наплавки корпуса ЗМС 80x70.01	7
1.4 Выбор вида сварки и сварочных материалов.	10
1.4.1 Выбор способа наплавки.....	10
1.4.2 Выбор сварочной проволоки	11
1.4.3 Выбор защитного газа	12
1.6 Выбор сварочного оборудования	25
1.7 Выбор оборудования для термообработки	35
1.8 Контроль качества наплавки.....	36
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	41
3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	50
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ЗАДВИЖКА ЗМС 80x70.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. КОРПУС.....	56

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		2

ВВЕДЕНИЕ

Под устьевым оборудованием понимают комплекс оборудования, предназначенного для обвязки обсадных труб в процессе бурения скважины, для перекрытия устья при возникновении проявлений скважины, для герметизации устья и регулирования режима работы скважины в процессе ее эксплуатации.

Условно все устьевое оборудование подразделяют на оборудование, применяемое при бурении скважины и при ее эксплуатации.

Фонтанная арматура входит в состав эксплуатационного устьевое оборудования. Она предназначена для оборудования устья фонтанирующих нефтяных и газовых скважин с целью их герметизации, контроля и регулирования режима эксплуатации. Задвижка ЗМС 80х70 одна из частей фонтанной арматуры и предназначена для герметизации перекрываемых проходных отверстий.

В продукции многих нефтяных и газовых месторождений содержится значительное количество углекислого газа (CO_2) и сероводорода (H_2S). Присутствие этих составляющих вызывает укоренный процесс внутренней коррозии промышленного оборудования. С целью сохранения в работоспособном состоянии на весь срок службы задвижки предусматривается антикоррозионная наплавка уплотнительных поверхностей.

Целью дипломного проекта является разработка технологии наплавки уплотнительных поверхностей корпуса задвижки ЗМС 80х70.01

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

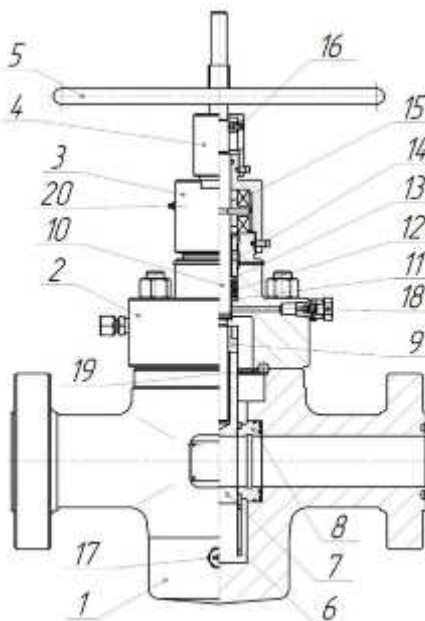
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание изделия

Предприятие ООО «Корнет» входит в промышленную группу КОНАР и занимается производством магистральных шиберных задвижек DN250...DN1200. На данный момент предприятие ООО «Корнет» расширяет номенклатуру выпускаемой продукции, в которую входит фонтанная арматура, составной частью которой служит задвижка ЗМС 80х70.

Задвижка ЗМС 80х70 предназначена для перекрытия каналов устьевой арматуры, фонтанных, насосных и нагнетательных скважин, эксплуатирующихся в условиях умеренного и холодного макроклиматических районов по ГОСТ 16350-80.

Состав задвижки, наименование и расположение основных деталей задвижки указаны на рисунке 1.1



1-корпус; 2- крышка; 3- крышка подшипника; 4- кожух; 5- маховик; 6- щиток; 7- шибер; 8- седло; 9- гайка ходовая; 10- шпindelь; 11- кольцо опорное; 12- манжеты; 13- кольцо нажимное; 14- гайка прижимная; 15- подшипник; 16- указатель; 17- клапан обратный; 18- клапан спускной; 19- прокладка; 20- масленка

Рисунок 1.1 – Задвижка ЗМС 80х70

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		4

Принцип действия задвижки: при передаче вращательного движения маховика 5 на шпindel 10 через гайку ходовую 9, оно преобразуется в поступательное перемещение гайки ходовой и находящегося в зацеплении с ней шибера 7. Шибер поднимается или опускается, соответственно открывая или закрывая проходное сечение задвижки. Технические характеристики задвижки представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Технические характеристики задвижки

Наименование параметра	Показатель
Условный проход, мм	80
Номинальный проход, мм	77,8
Рабочее давление, МПа	70
Управление задвижкой	Ручное
Установочное положение задвижки	любое
Направление подачи среды	любое
Рабочая среда	Нефть, газ, газоконденсат, различные технические воды с содержанием механических примесей не более 25 мг/л
Температура окружающей среды, °С	От минус 60 до плюс 60
Температура рабочей среды, не выше, °С	+120
Условное обозначение присоединительных фланцев, по ГОСТ 28919	Фланец 80х70
Условное обозначение прокладки присоединительных фланцев, по ГОСТ 28919	БХ-154

Продолжение таблицы

Усилие на маховике задвижки, кН		0,45 max
Габаритные размеры, мм	Высота	740
	Длина (строительная)	620
	Ширина (по маховику)	500
Необходимая масса смазки (Арматол-60), кг		3,2
Масса, не более, кг		285

Обозначение типа задвижки ЗМС 80х70, где:

- З – код изделия «задвижка»;
- М – уплотнение затвора металл по металлу;
- С – со смазкой, подаваемой принудительно;
- 80 – условный проход, мм;
- 70 – рабочее давление, МПа.

Корпуса задвижки произведен из поковки гр. IV ГОСТ 8479-70, Сталь 30ХМА ГОСТ 4543–71

1.2 Цель дипломного проекта

Так как в рабочей среде задвижки содержится значительное количество углекислого газа (CO_2) и сероводорода (H_2S) вызывающие укоренный процесс внутренней коррозии корпуса, на уплотнительные поверхности необходимо нанести инертный по отношению к данной среде материал, для сохранения в рабочем состоянии задвижки на весь срок службы.

Целью дипломного проекта является разработка технологии наплавки уплотнительных поверхностей корпуса задвижки ЗМС 80х70.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

1.3 Описание технологического процесс наплавки корпуса ЗМС 80x70.01

Корпус ЗМС 80x70.01 изготавливается из стали 30ХМА по ГОСТ 4543-71.

Химический состав стали показан в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Химический состав стали 30ХМА

В процентах

C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Cu
0.26 - 0.33	0.17 - 0.37	0.4 - 0.7	до 0.025	до 0.025	0.8 - 1.1	0.15 - 0.25	До 0,3

Для того чтобы понять как сваривается материал задвижки рассчитаем эквивалент углерода $C_{\text{э}}$, который характеризует свариваемость стали, он не должен превышать 0,43%.

Расчет $C_{\text{э}}$ ведется по следующей формуле (1) из [1]:

$$[C]_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \quad (1)$$

где C, Mn, Cr, Mo, V, Ni, Cu – массовые доли в стали углерода (C), марганца (Mn), хрома (Cr), молибдена (Mo), ванадия (V), никеля (Ni) и меди (Cu), %.

Подставим значения химических элементов в формулу (1) и получим, что:

– для стали 30ХМА

$$C_{\text{э}} = 0,33 + \frac{0,7}{6} + \frac{1,1 + 0,25}{5} + \frac{0,3}{15} = 0,73$$

Из расчета видно, что материал задвижки является ограниченно свариваемым, так как эквивалент углерода превышает 0,43 %, это повлечет за собой введение в технологию наплавки предварительного подогрева.

Температуру предварительного подогрева рассчитаем по формуле (2)

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		7

$$T(^{\circ}\text{C}) = 350 \times \sqrt{([C_{\text{eq}}] - 0,25)} \quad (2)$$

где,

$$[C_{\text{eq}}] = [C_3] \times (1 + 0,005 \times e) \quad (3)$$

где, e-толщина детали, мм

$$[C_{\text{eq}}] = 0,73 \times (1 + 0,005 \times 30)$$

$$[C_{\text{eq}}] = 0,84$$

Подставив полученные результаты получим,

$$T(^{\circ}\text{C}) = 350 \times \sqrt{(0,84 - 0,25)}$$

$$T(^{\circ}\text{C}) = 268,8$$

Расчетная температура предварительного подогрева $T(^{\circ}\text{C}) = 268,8$ для практических целей можно принять 300–350 °С

Кроме предварительного подогрева необходимо будет произвести термообработку после наплавки. Отпуск при 650–670 °С

Для выполнения наплавки и для доступа в зону наплавки корпус задвижки необходимо предварительно обработать на металлообрабатывающем оборудовании. Принимая во внимание вышеизложенное, технологический процесс наплавки уплотнительных поверхностей корпуса ЗМС 80x70.01 будет выглядеть следующим образом:

На предприятие поступает заготовка корпуса, рисунок 1.2 в виде поковки.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Заготовка проходит входной контроль, на котором контролируются размеры заготовки, сертификаты на материал, результаты испытаний образцов, а именно предел текучести, относительное сужение, ударная вязкость.

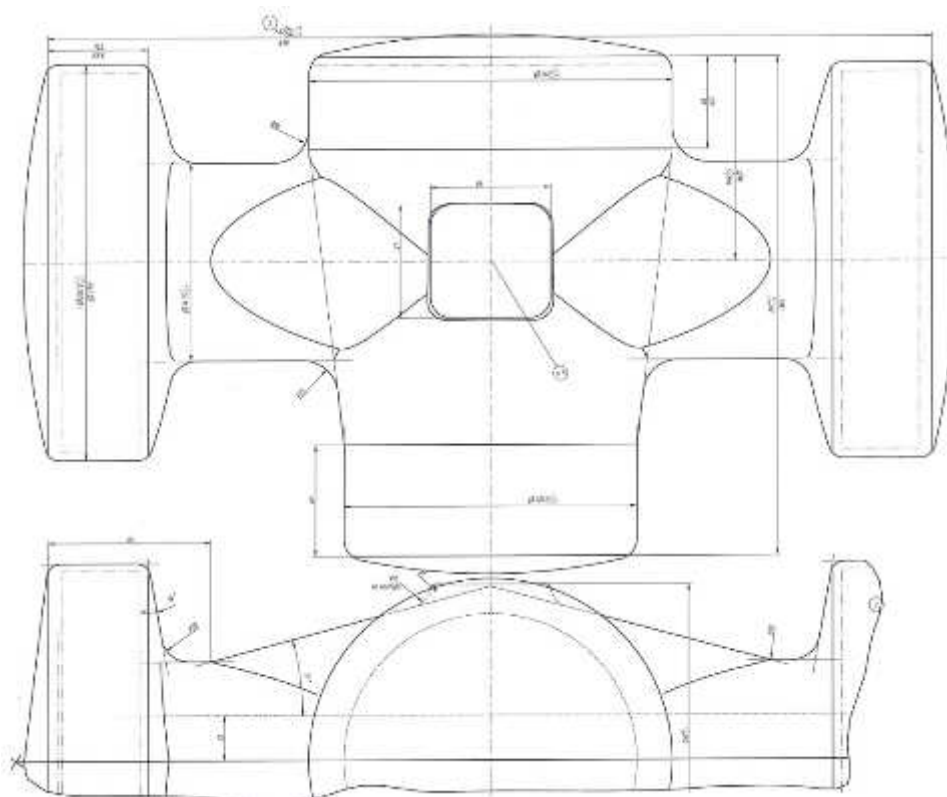


Рисунок 1.2 – Заготовка корпуса

Далее заготовка проходит предварительную механическую обработку на фрезерном обрабатывающем центре WELE SB216. Обрабатывающий центр показан на рисунке 1.3. На данном этапе готовятся поверхности под наплавку, обрабатываются все поверхности максимально приближенные к чистовым размерам с припуском на дальнейшую обработку.



Рисунок 1.3 – Фрезерно-обрабатывающий центре WELE SB216

После механической обработке корпус поступает на участок наплавки где производится предварительный нагрев и сама наплавки с последующей термической обработкой.

После наплавки и термообработки деталь контролируется и перемещается на механический участок для финишной механической обработки.

1.4 Выбор вида сварки и сварочных материалов.

1.4.1 Выбор способа наплавки

Наплавку, возможно, производить всеми известными способами сварки плавлением. Каждый способ наплавки имеет свои достоинства и недостатки.

Способ наплавки будем выбирать из двух вариантов это:

- автоматическая аргодуговая наплавка неплавящимся электродом, и
- автоматическая наплавка плавящимся электродом.

Так как уплотнительные поверхности труднодоступные для наплавки, то способ аргодуговой наплавки неплавящимся электродом будет не очень

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		10

удобным, потому что в процессе наплавки не будет возможности контролировать правильную подачу присадочной проволоки в сварочную ванну, что может привести к браку.

Таким образом, для наплавки будем использовать способ автоматической наплавки плавящимся электродом с применением специальных сварочных горелкок.

1.4.2 Выбор сварочной проволоки

Сварочная проволока должна обеспечивать в наплавке хром-никель-молибденовую высоколегированную сталь с предельно низким содержанием углерода, характеризующуюся полностью аустенитной структурой и высокой устойчивостью к межкристаллитной, питтинговой и щелевой коррозии, а также к коррозионному растрескиванию под напряжением. Наплавленный металл должен быть стоек к воздействию серной кислоты.

Под данные требования подходят следующие сварочные проволоки:

– Св-10X16H25AM6 ГОСТ 2246-70;

Химический состав данной проволоки приведен в таблице 1.3

– ER Ni Cr Mo3 EN ISO 18274; AWS A 5.14;

Химический состав данной проволоки приведен в таблице 1.4

– ESAB OK Autrod 385. EN ISO 14343-A; AWS A5.9; ER385

Химический состав данной проволоки приведен в таблице 1.5

Таблица 1.3 - Химический состав сварочной проволоки Св-10X16H25AM6

В процентах

Ni	Cr	Mo	Mn	Si	N	S	P	C
24-27	15-17	5,5-7	1-2	до 0,6	0,1-0,2	до 0,015	до 0,030	0,08- 0,12

Таблица 1.4 - Химический состав сварочной проволоки ER Ni Cr Mo3

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					11

В процентах

Ni	Cr	Mo	Mn	Nb	Si	Cu	S	P	C
до 60	21-23	8,5-9,5	до 0,5	3,2-4	до 0,5	0,1-0,2	до 0,015	до 0,020	до 0,030

Таблица 1.5 - Химический состав сварочной проволоки ESAB ОК Autrod 385

В процентах

Ni	Cr	Mo	Mn	Si	Cu	S	P	C
24-26	19,5- 21,5	4,2- 5,20	1,4-2,2	до 0,5	1,2-2	до 0,020	до 0,020	до 0,025

Из перечисленных выше проволок самой приемлемой по цене является Св-10Х16Н25АМ6, две другие превышают стоимость отечественной в 2-3 раза.

В итоге для наплавки на уплотнительные поверхности корпуса задвижки будем использовать сварочную проволоку Св-10Х16Н25АМ6 ГОСТ 2246-70.

Оценим склонности сварочной проволоки к образованию горячих трещин по формуле (4)

$$H_{CS} = \frac{C \times \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) \times 1000}{3 \times Mn + Cr} \quad (4)$$

Если $H_{CS} > 4$, то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам.

$$H_{CS} = \frac{0,12 \times \left(0,015 + 0,030 + \frac{0,6}{25} + \frac{27}{100} \right) \times 1000}{3 \times 2 + 17} = 1,77$$

Так как $1,77 < 4$, то сварной шов не склонен к образованию горячих трещин.

1.4.3 Выбор защитного газа

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		12

В качестве защитного газа по рекомендации поставщиков и производителей сварочной проволоки следует применять следующие защитные газы:

1) 70% Ar + 30% He. Инертная газовая смесь, которая придает более эффективный нагрев, чем чистый аргон. Скорость сварки увеличивается. В данной смеси получается более ровная поверхность шва, так же она обеспечивает низкую пористость и глубокий провар, что не очень подходит при наплавке.

2) 98%Ar + 2%CO₂. Сварочная смесь двуокись углерода – аргон в основном применяется для сварки (наплавки) способом MIG-MAG обычных и легированных (нержавеющих) сталей.

3) 100% Ar. Аргон обычно используется для аргонодуговой TIG сварки для всех материалов и MIG сварки цветных металлов. Аргон химически инертен, что делает его пригодным для сварки химически активных и тугоплавких металлов. Этот газ имеет низкую теплопроводность и потенциал ионизации, что приводит к низкой передаче тепла на внешнюю область сварочной дуги. В результате формируется узкий столб дуги, который в свою очередь, создает традиционный для сварки в чистом аргоне профиль сварочного шва: глубокий и относительно узкий.

В качестве защитного газа в рамках дипломного проекта буду использовать сварочную смесь 98%Ar + 2%CO₂. Данный выбор обоснован на опыте использования данной смеси при наплавке контрольных образцов. Сварка в среде защитных газов сегодня применяется практически для всех металлов, включая углеродистую сталь, алюминий, медь, нержавейку и титан.

1.5 Расчет параметров режимов наплавки

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		13

Параметрами режима сварки (наплавки) в защитных газах являются:

- род и полярность тока;
- диаметр электродной проволоки $d_э$;
- ток сварки $I_{св}$;
- напряжение на дуге $U_д$;
- скорость сварки $V_{св}$;
- скорость подачи проволоки $V_{пп}$;
- расход газа;
- вылет электрода $l_э$.

Наплавку в защитных газах ведут на постоянном токе прямой полярности.

Наплавляемые поверхности корпуса задвижки показаны на рисунке 1.4

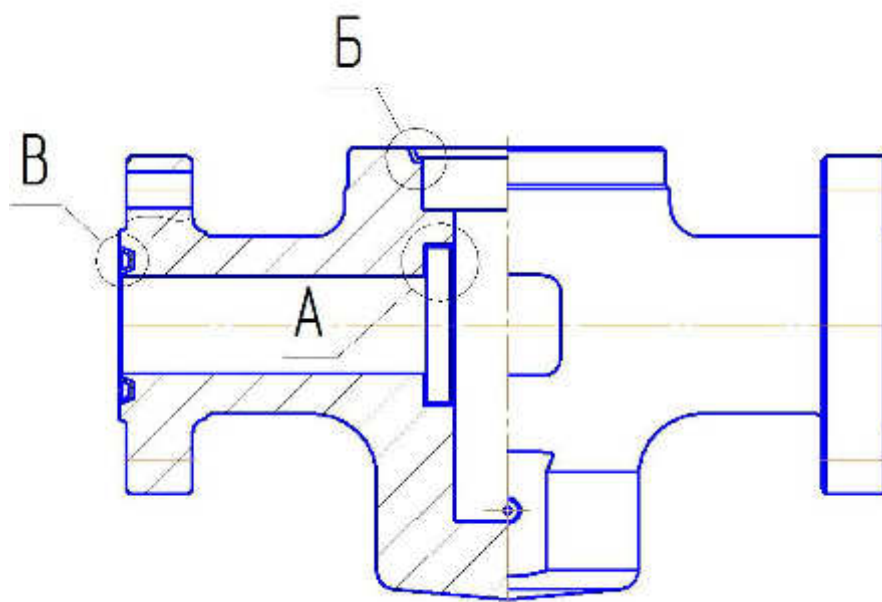


Рисунок 1.4 – Наплавляемые поверхности корпуса задвижки

Рассчитаем режимы наплавки поверхности А (рисунок 1.5)

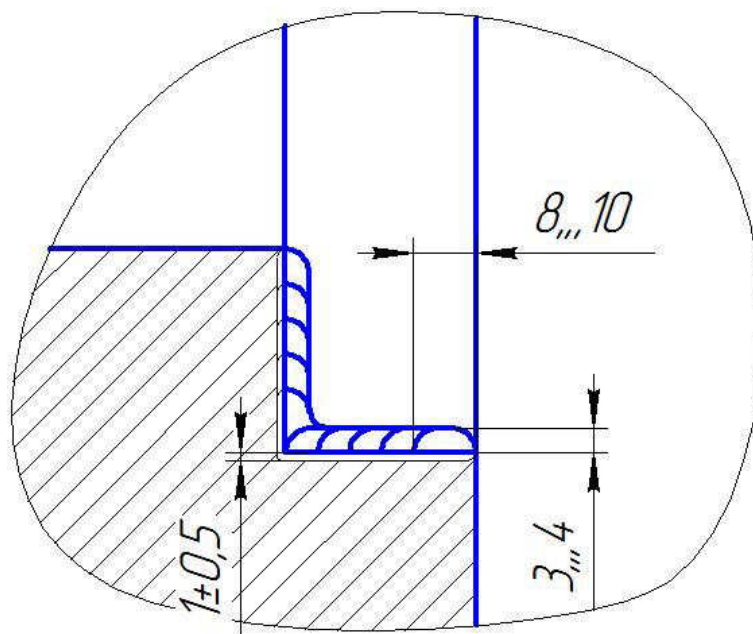


Рисунок 1.5 – Наплавляемая поверхность А

Примем, что площадь наплавленного металла составляет $30 \text{ мм}^2 = 0,30 \text{ см}^2$.
 Наплавку уплотнительной поверхности А произвожу в один проход, шаг наплавки составляет 6 мм

Выбор диаметра сварочной проволоки.

Выбираем сварочную проволоку диаметром $d_3 = 1,6 \text{ мм}$.

Определим силу сварочного тока по формуле (5) из [2].

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi d_3^2 j}{4} \quad (5)$$

Где: $I_{\text{св}}$ - сварочный ток, В

j - плотность тока, А/мм^2 , назначают по данным из таблицы 1.6

d_3 - диаметр проволоки, мм

Таблица 1.6 – Зависимость плотности тока от диаметра проволоки для сварки
 (наплавки) в среде защитных газов.

						15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			15

Параметр	Значение		
d_3 , мм	1,2	1,4	1,6
j , А/мм ²	95...270	90...250	80...200

$$I_{св} = \frac{3,14 \times 1,6^2 \times 125}{4} = 251,2 \text{ (A)}$$

Примем сварочный ток $I_{св} = 250 \text{ (A)}$

Напряжение на дуги применим в 20 В.

$$U_d = 20 \text{ В}$$

Определим вылет сварочной проволоки

Стабильность процесс и формирование размеров шва так же зависит и от вылета проволоки. Если вылет увеличивается, то возрастает коэффициент расплавления, разбрызгивания, уменьшается глубина проплавления металла. Если вылет недостаточный, то происходит набрызгивание на сопло. Вылет электрода l_3 устанавливают в зависимости от диаметра электрода по таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Зависимость вылета проволоки от диаметра электрода

Параметр	Значение				
d_3 , мм	до 0,8	1,0-1,4	1,6-2,0	2,5-3,0	3,0-5,0
l_3 , мм	5-12	8-15	15-25	18-30	20-35

Где: l_3 - вылет электрода

Вылет проволоки примем равным: $l_3 = 25 \text{ мм}$

Определение коэффициента наплавки по формуле (6) из [1]

$$\alpha_H = \alpha_p (1 - \Psi) \quad (6)$$

где $\Psi(\%)$ - коэффициент потерь на угар и разбрызгивание;

						Лист
					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

α_n - коэффициент наплавки;

α_p - коэффициент расплавления;

Для механизированной сварки коэффициент потерь при сварке в среде защитного газа равняется $\Psi = 0.03 \dots 0.05$.

Определим a_p по формуле (7) из [1]

$$\alpha_p = \alpha'_p + \Delta\alpha_p \quad (7)$$

Где α'_p - составляющая коэффициента расплавления, обуславливаемая тепловложением дуги;

$\Delta\alpha_p$ - составляющая коэффициента расплавления зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током

$$\alpha'_p = 6,3 + \frac{0.0702 \times I_{св}}{d_э} \quad (8)$$

Подставив значения в формулу получим следующее,

$$\alpha'_p = 6.3 + \frac{0,0702 \times 250}{1,6} = 17 \text{ г/Ач}$$

Определим $\Delta\alpha_p$ по формуле из [2]

$$\Delta\alpha_p = \frac{Q_{п.п.}}{q_э \times I_{св}} \times 3600 \quad (9)$$

Где $Q_{п.п.}$ - количество теплоты, расходуемое на предварительный подогрев вылета электродной проволоки протекающим по нему током, кал;

$q_э$ - количество теплоты, необходимое для расплавления 1г электродной проволоки (325 кал/г)

Значение $Q_{п.п.}$ рассчитываем по формуле

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		17

$$Q_{п.п.} = 0,1884j^2\rho_0d_3^2 \left[\frac{v_3}{a\alpha\beta} (e^{-p_2H} - 1) - \frac{\alpha(T_{п.} - T_0)}{p_1} \right] \quad (10)$$

Где j - плотность тока в электроде A/cm^2 ;

ρ_0 – удельное электросопротивление электродной проволоки при $0^\circ C$ (0,000014 Ом/см);

d_3 - диаметр электродной проволоки;

v_3 - условная скорость подачи электрода, см/с;

a – коэффициент температуропроводности, cm^2/c ;

b – коэффициент изменения электрического сопротивления с изменением температуры;

β - 5200;

H - вылет электрода, см;

$T_{п.}$ – температура плавления проволоки;

T_0 – начальная температура проволоки;

p_1 - (-94,18) и p_2 - (-0,46) коэффициенты.

Подставляя данные в формулу (10) получим

$$Q_{п.п.} = 49,3$$

Подставив полученные результаты в формулу (10) получим

$$\Delta\alpha_p = 2,18$$

Подставив полученные результаты в формулу (7) получим

$$\alpha_p = 17,09 + 2,18 = 19,27$$

Значение a_n :

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$a_n = 19,27 \times (1 - 0,05) = 18,3 \text{ г/Ач}$$

Определение КПД дуги

Эффективный коэффициент полезного действия дуги η для сварки в среде защитных газов имеет значения в пределах 0,75-0,9. Примем значение $\eta=0,9$

Определим скорость сварки по формуле (11) из [2]

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{3600 \times F_{нап} \times \gamma} \quad (11)$$

Где $V_{св}$ - скорость сварки;

$I_{св}$ - сварочный ток;

α_n - коэффициент наплавки;

F_n - площадь наплавки;

γ - плотность наплавленного металла, $\gamma=7.8 \text{ г/см}^3$;

$\alpha_n=18,3 \text{ г/Ач}$.

$$V_{св} = \frac{18,3 \times 250}{3600 \times 0,25 \times 7,8} = 0,6 \text{ см/с}$$

Определение скорости подачи электродной проволоки по формуле (12) из [2]

$$V_{пп} = \frac{a_p \times I_{св}}{3600 \times F_э \times \gamma} \quad (12)$$

Где $V_{пп}$ - скорость подачи электродной проволоки;

a_p - коэффициент расплавления, 19,27 г/Ач;

$F_э$ - площадь электрода, вычисляется формулой (13) из [2]

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		19

$$F_э = \frac{\pi \times d_э^2}{4} \quad (13)$$

$$F_э = \frac{3,14 \times 1,6^2}{4} = 2 \text{ мм}^2 = 0,02 \text{ см}^2$$

γ - плотность наплавленного металла, $\gamma=7.8 \text{ г/см}^3$;

$I_{св}$ - сварочный ток;

$$V_{пп} = \frac{19,27 \times 250}{3600 \times 0,02 \times 7,8} = 8,6 \text{ см/с}$$

Расход защитного газа и расстояние между деталью и соплом обычно рекомендуют выбирать в зависимости от диаметра проволоки по данным таблицы 1.8.

Таблица 1.8– Расход защитного газа и расстояние между деталью и соплом

$d_э$, мм	0.8	1.0-1.4	1.6-2.0	2.5-3.0	3.0-5.0
Расход газа, л/мин	5-8	8-16	15-20	20-30	30-35
Расстояние от сопла до детали, мм	7-10	8-14	10-12	12-22	22-25

Принимаю расход газа: 15-20 л/мин.

Расстояние от сопла до горелки 10-12 мм

Рассчитаем величину погонной энергии по формуле (14) из [2]

$$q_{пог} = \frac{0,24U_D \times I_{св} \times \eta}{V_{св}} \quad (14)$$

где η - коэффициент полезного действия. При сварке в защитных газах $\eta=0.75-0.9$;

$q_{пог}$ - погонная энергия;

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	15.03.01.2017.109.00 ПЗ				

U_d - напряжение дуги;

$V_{св}$ - скорость сварки;

$I_{св}$ - сварочный ток.

$$q_{пог} = \frac{0,24 \times 20 \times 250 \times 0,9}{0,6} = 1800 \text{ кал/см}$$

Определим глубину провара.

Рассчитаем коэффициент формы провара ψ (отношения ширины шва B к глубине проплавления H) $\psi = b/h$

Определения коэффициента формы шва по формуле (15) из [2]

$$\psi = \frac{k \times (19 - 0,01 \times I_{св}) \times d_{эл} \times U_d}{I_{св}} \quad (15)$$

где k – коэффициент, учитывающий род и полярность тока,

$k=1.12$ при сварке постоянным током на прямой полярности.

$$\psi = \frac{1.12 \times (19 - 0,01 \times 250) \times 1.6 \times 20}{250} = 2,36$$

Глубина провара H при основных параметров режима сварки реального процесса рассчитывается по формуле из [2]:

$$H_{пр} = A \sqrt{\frac{q_{п}}{\psi_{пр}}} \quad (16)$$

Нам необходимо определить A , сделаем это с помощью формулы,

$$A = 2 \sqrt{\frac{1}{\pi e \gamma T_{пл}}} \quad (17)$$

Где πe - числа;

γ - удельная объемная теплоемкость металла – 0,94 кал/см³;

$T_{пл}$ – температура плавления сварочного металла, 1500°С;

Подставим значения в формулу (17) получим:

$$A = 2 \sqrt{\frac{1}{3,14 \times 2,718 \times 0,94 \times 1500}}$$

$$A = 0,0180 \sqrt{\frac{\text{см}^3}{\text{кал}}}$$

Подставим значения в формулу (16) получим

$$H_{пр} = 0,0180 \times \left(\frac{q_{пог}}{\psi}\right)^{0,5} = 0,0180 \times \left(\frac{1800}{2,36}\right)^{0,5} = 4,9 \text{ мм}$$

Ширина шва В при сварке за один проход:

$$B = H \times \psi = 4,5 \times 2,36 = 11,5 \text{ мм}$$

Высота усиления шва

$$C = \frac{30}{0,73 \times 8,4} = 3,4 \text{ мм}$$

Полученные размеры шва нас полностью устраивают.

Рассчитаем скорость охлаждения по формуле (14) из [1]

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		22

$$W_{\text{охл}} = \frac{(T_{\text{мин}} - T_0)^2 \times 2 \times \pi \times \lambda \times 0,24}{q_{\text{пог}}} \text{ } ^\circ\text{C/с} \quad (14)$$

где λ - коэффициент теплоемкости (для рассматриваемых сталей $\lambda=0,42$ Вт/см град,

$T_{\text{мин}}$ - температура наименьшей устойчивости аустенита ($T_{\text{мин}}=500^\circ\text{C}$);

T_0 - начальная температура изделия;

Предварительный подогрев $T_0=350$ град С;

$q_{\text{пог}}$ - погонная энергия сварки;

$$W_{\text{охл}} = \frac{(500 - 350)^2 \times 2 \times 3,14 \times 0,42 \times 0,24}{1800} = 7,9 \text{ } ^\circ\text{C/с}$$

Скорость охлаждения для стали 30ХМА в пределах от 1 до 10 градусов, полученные данные удовлетворяют требованиям и температура предварительного подогрева выбрана правильно.

Для поверхностей Б и В буду использовать те же режимы наплавки.

Определим количество проходов для наплавки поверхности Б (рисунок 1.6)

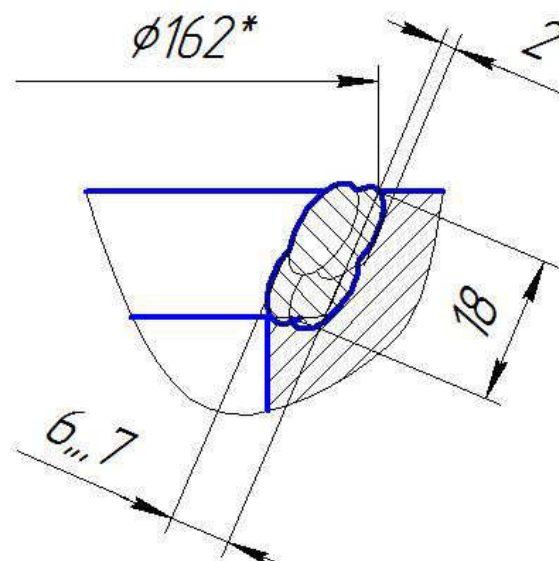


Рисунок 1.6 – Наплавляемая поверхность Б

Определим площадь наплавленного металла. Условно можно принять, что поперечным сечением наплавленного слоя является прямоугольник со сторонами 6,5 и 18 мм. Из этого примем площадь наплавленного металла в $117 \text{ мм}^2 = 1,17 \text{ см}^2$

Определим число проходов по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{об}}}{F_{\text{п.п}}} + 1 = \frac{117}{35} + 1 = 4 \text{ прохода}$$

Определим количество проходов для наплавки поверхности В (рисунок 1.7)

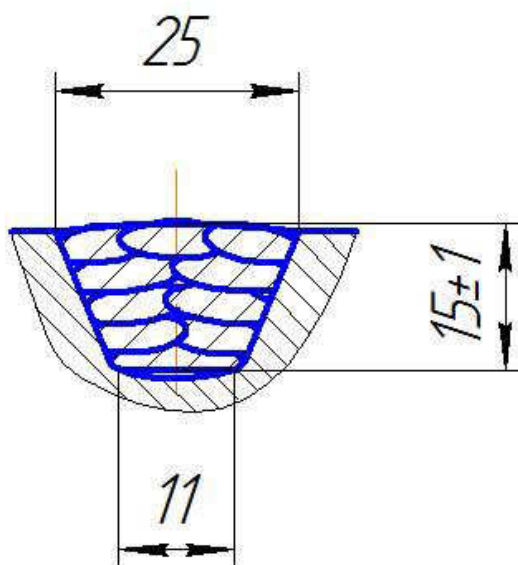


Рисунок 1.7 – Наплавляемая поверхность В

Определим площадь наплавленного металла. Условно можно принять, что поперечным сечением наплавленного слоя является трапеция с высотой 15мм, и основаниями в 25 и 11 мм. Зная эти величины можно высчитать площадь наплавленного металла по формуле (14)

$$S_{\text{тр}} = \frac{a + b}{2} \times h \quad (14)$$

Где, $S_{\text{тр}}$ – площадь трапеции;

a, b – основания;

h – высота.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		24

Определим число проходов по формуле:

$$n = \frac{F_{об}}{F_{п.п}} + 1 = \frac{270}{35} + 1 = 9 \text{ проходов}$$

Из расчетов назначаем режимы сварки в таблице 1.9

Таблица 1.9 – Режимы сварки

Сварочный ток,	Напряжение дуги,	Скорость сварки,	Скорость подачи проволоки	Диаметр электрода,	Вылет электрода,	Расход газа,
$I_{св}, А$	$U_d, В$	$V_{св}, см/с$	$V_{пп}, см/с$	$d_э, мм$	$l_э, мм$	л/мин
250	20	0,6	12	1,6	25	15-20

1.6 Выбор сварочного оборудования

В рамках дипломного проекта выберем сварочное оборудование для наплавки уплотнительных поверхностей. Так как уплотнительные поверхности под седла труднодоступны для наплавки вручную, будем использовать роботизированный комплекс в который входит сварочный робот Fanuc Arc Mate 120iC показан на рисунке 1.8 со специальными сварочными горелками показанной на рисунке 1.9 . Двухосевой позиционер грузоподъемностью 1000 кг (рисунок 1.12)



Рисунок 1.8 – Сварочный робот Fanuc Arc Mate 120iC

Технические характеристики робота показаны в таблице 1.10

Таблица 1.10 – Технические характеристики робота

Модель	Arc Mate 120iC
Количество управляемых осей (J1, J2, J3, J4, J5, J6)	6
Установка	В любых положениях
Радиус досягаемости, мм	1811
Угол поворота, град	
J1	340/370

J2	260
J3	458
J4	400
J5	360
J6	900
Угловая скорость, град/сек	
J1	195
J2	175
J3	180
J4	360
J5	360
J6	550
Грузоподъемность на кисти, кг	20
Повторяемость, мм	±0,08

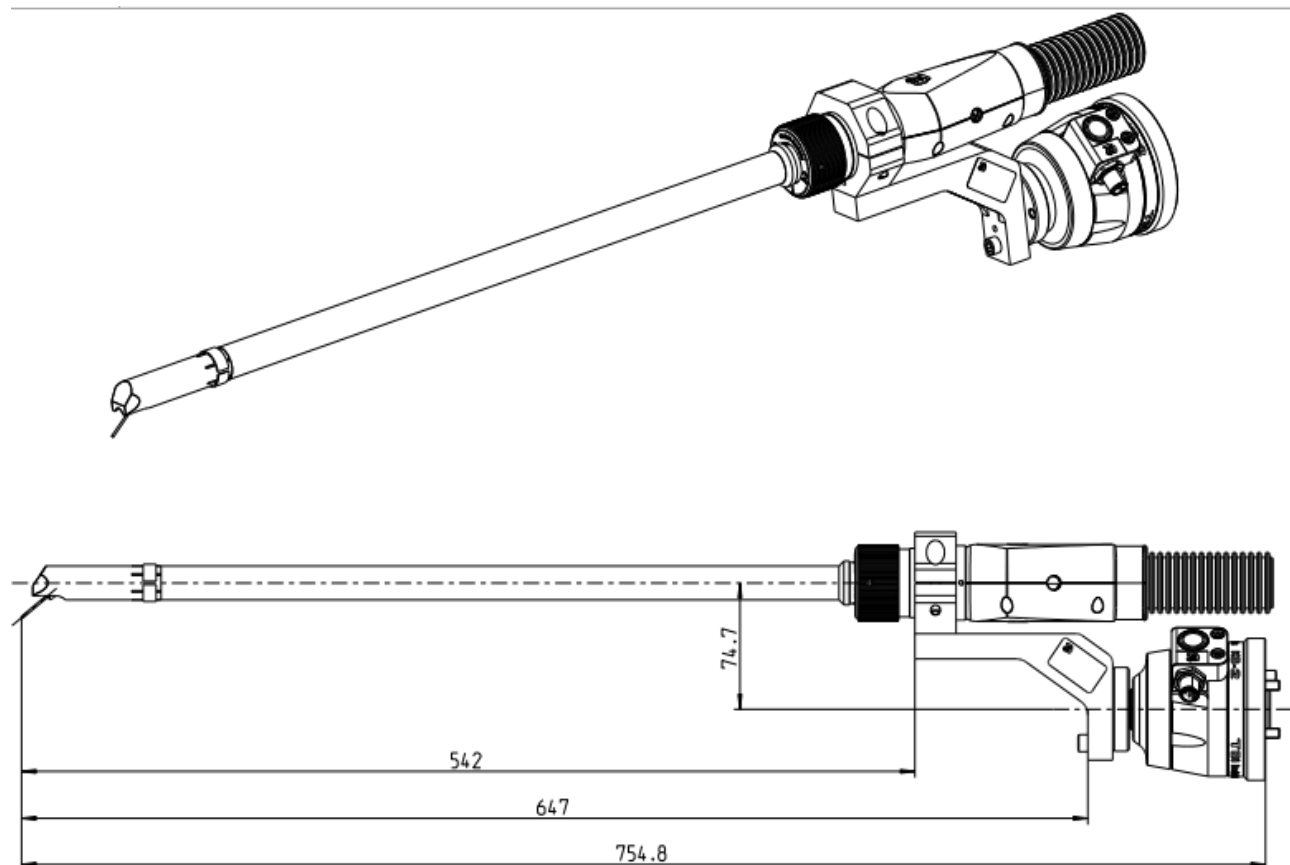


Рисунок 1.9 – Сварочная горелка

Данная сварочная горелка предназначена для сварки-наплавки внутренних цилиндрических поверхностей глубиной до 500 мм диаметром от 30мм. С помощью этой специальной горелки я смогу выполнить наплавку уплотнительных поверхностей А.

Наплавку поверхностей Б и В, буду производить с помощью горелки показанной на рисунке 1.10. В процессе наплавки гусаки можно легко менять в зависимости от наплавляемой поверхности.

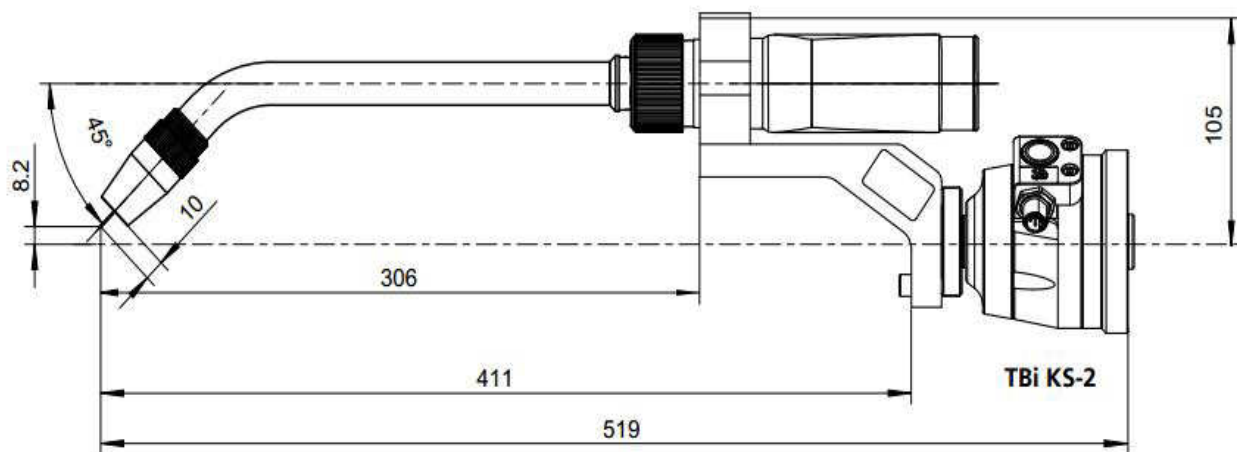


Рисунок 1.10 – Сварочная горелка

Для того чтобы сменить одну горелку на другую в процессе выполнения операции предусмотрена станция автоматической смены сварочных горелок (рисунок 1.11)



Рисунок 1.11 – Станция автоматической смены сварочных горелок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

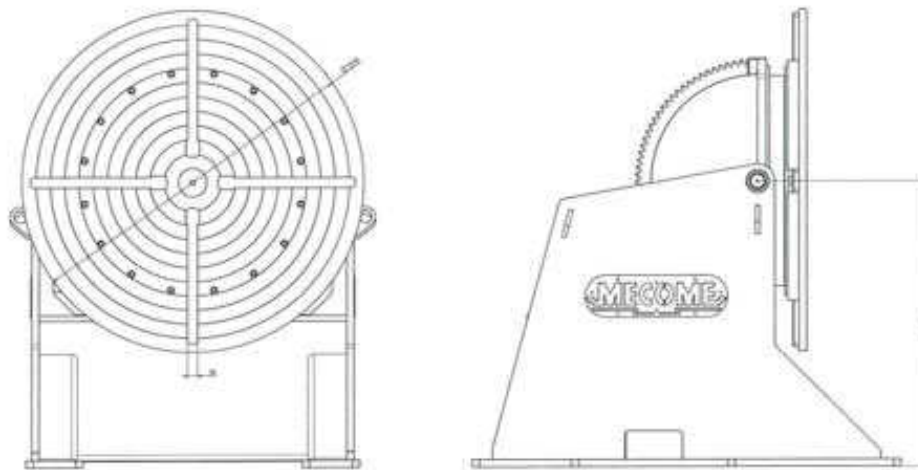


Рисунок 1.12 – Двухосевой позиционер

Позиционер сварочный представляет собой стационарный сварочный пост и служит для улучшения эргономики процесса сварки при наложении круговых швов, в так же при наплавочных работах.

Основной деталью позиционера является поворотный диск, который может вращаться вокруг своей оси, а так же менять угол наклона к горизонтальной плоскости, что обеспечивает удобство при установке и монтаже изделия. Детали могут крепиться к поворотному диску позиционера сквозь пазы в рабочей поверхности с помощью специальных приспособлений, во избежание его смещения в процессе работы. Управление позиционером синхронизировано с сварочным роботом.

Технические характеристики позиционера указаны в таблице 1.11

Таблица 1.11 – Технические характеристики позиционера

Наименование параметра	Данные
Наибольшая грузоподъемность, кг	1000
Наибольший диаметр свариваемого изделия при горизонтальном положении оси вращения, мм.	650
Число степеней свободы рабочего органа	2
Габаритные размеры, мм длина X ширина X высота	960 X 850 X 720
Масса вращателя, кг не более	400

Выбираем источник питания для роботизированной сварки из трех перечисленных ниже вариантов

- 1) Lorch S-RoboMIG
- 2) Kemppi A7 MIG 350/450 A
- 3) Power Wave R350

Роботизированный источник Lorch S-RoboMIG имеет следующие функции – Synergic-Upgrade установки с управлением Synergic работают, основываясь на сварочных программах MIG-MAG для различных комбинаций материал, проволока, газ тем самым, обеспечивают комфортное настраивание аппарата, так как огромное количество параметров задается автоматически.

– Pulse-Upgrade внешний вид шва и сварка без брызг – преимущества импульсной технологии при MIG-MAG-сварке.

– SpeedPulse-Upgrade в процессе SpeedPulse от Lorch соединены преимущества скорости струйной дуги MIG-MAG и качество шва импульсного режима.

Данный аппарат показан на рисунке 1.13 технические характеристики таблица 1.12. Подающий механизм RF-06 показан на рисунке 1.14 с техническими характеристиками указанными в таблице 1.13.



Рисунок 1.13 – Источник Lorch S-RoboMIG

Таблица 1.12 –Технические характеристики источника питания

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		31

S3 RoboMIG	
Сварочный ток, А	25-320
Продолжительность включения (ПВ) по стандарту DIN EN 60974-1 при 40 °С	
Ток при 100 % ПВ, А	250
Ток при 60 % ПВ, А	280
ПВ при макс. токе, %	40



Рисунок 1.14 – Подающий механизм RF-06

Таблица 1.13 – Технические характеристики подающего механизма RF-06

Мощность двигателя, Вт	100
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,1-25
Ролики Ø, мм	30
Масса, кг	7,2

Модель Kemppi A7 MIG 350/450 А показан на рисунке 1.15. В данном аппарате сварочные характеристики оптимизированы для автоматизированной сварки. Технические характеристики указаны в таблице 1.14. Подающий механизм показан на рисунке 1.16, технические характеристики указаны в таблице 1.15.



Рисунок 1.15 – Источник Kemppi A7 MIG 350/450 А

Таблица 1.14 – Технические характеристики источника питания

Сварочный ток, А	20-350
Ток при 100 % ПВ, А	350
Ток при 60 % ПВ, А	450
ПВ при макс. токе, %	87



Рисунок 1.16 – А7 MIG Подающий 25

Таблица 1.15 – Технические характеристики подающего механизма А7 MIG 25

Мощность двигателя , Вт	100
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,5-25
Ролики Ø, мм	24
Масса, кг	7,8

Аппарат Power Wave R350 показан на рисунке 1.17 со встроенным регулятором скорости подачи проволоки специально предназначен для роботизированной сварки. Данный аппарат имеет быстрый отклик дуги, включает более 65 предустановленных форм волны сварочного тока практически для любых задач и эффективно снижает расходы на сварку.

Особенности

– Встроенное управление подачей проволоки – стандартное внутреннее управление совместимыми механизмами подачи проволоки, которое позволяет пользователю менять настройки с блока управления робота.

– Технология защиты от скачков напряжения

технические характеристики указаны в таблице 1.16



Рисунок 1.17 – Источник Power Wave R350

Таблица 1.16 – Технические характеристики источника питания

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		34

Сварочный ток, А	20-350
Ток при 100 % ПВ, А	300
Ток при 40 % ПВ, А	350
Вес, кг	38,6

Все вышеперечисленные источники сварочного тока удовлетворяют потребностям наплавки, и имеют возможность интеграции с сварочным роботом FANUC. В качестве источника питания буду использовать Lorch S-RoboMIG так как данная модель более приемлема по цене.

1.7 Выбор оборудования для термообработки

Перед и после наплавкой корпус ЗМС 80x70.01 требует термообработки. Для предварительного подогрева и отпуска после наплавки буду использовать печь с выкатным подом компании «Сикрон». Печь, показана на рисунке 1.18, технические характеристики указаны в таблице 1.17

Таблица 1.17 – Технические характеристики печи

Рабочее пространство, ШхГхВ, мм	Объем, л	t раб., °С	P, кВт
600x1000x500	300	1150	30



Рисунок 1.18 – Печь с выкатным подом

Особенности конструкции:

- Пятисторонний обогрев (дверь, боковые стенки, задняя стенка, под).
- Механизированная дверь с электрическим приводом поднимающаяся вверх.
- Механизированный выдвижной под.
- Равномерное распределение температуры по камере печи за счет обогрева с 5 сторон.
- Система микропроцессорного регулирования температуры в печи с возможностью снятия диаграммы режимов термообработки деталей.
- Возможность удаленного доступа к управлению печью, для снятия диаграмм и контролирования процесса термической обработки

1.8 Контроль качества наплавки

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		36

Для получения готового изделия соответствующего требованиям конструкторской документации, а так же требованиям API 6A. На всех этапах изготовления детали производится контроль качества, начиная с входного контроля заготовок, сварочных материалов, заканчивая готовым изделием.

Входной контроль производится по технологической инструкции по входному контролю сварочных материалов.

На ряду с входным контролем для обеспечения качества наплавки проводят контроль детали после предварительной механической обработки. В ходе проверки проверяют шероховатость поверхности, наличие необработанных поверхностей и соответствие детали технологической документации.

Контроль качества наплавки по техническим требованиям чертежа необходимо производить согласно таблице 18 API Spec. 6A Выписка из таблицы приведена в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Требования к контролю качества наплавленных поверхностей

Тип шва	Стадии	PCL 2
Наплавка коррозионностойкого сплава сваркой	Подготовка	a
	Завершение	ab
a = визуальный контроль.		
b = контроль жидким пенетрантом		
ПРИМЕЧАНИЕ:		
Требования по неразрушающему контролю		
- необходимо проверить все доступные поверхности каждой готовой детали.		

Основные дефекты наплавки: трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом детали, подрезы.

Дефекты после наплавке могут располагаться как на поверхности, так и внутри наплавленного слоя. Для обнаружения внешних дефекты, те которые вышли на поверхность наплавки, применяется 100% визуальный измерительный контроль при котором определяется размеры наплавки, а также внешние дефекты

(поры, трещины, подрезы, несплавления). Для определения характера трещин применяется капиллярный метод контроля.

До окончательной механической обработки в наплавленном слое допускаются поры раковины, выходящие на поверхность и расположенные на глубине не более 1/3 припуска на механическую обработку. Трещины в наплавленном и основном металле не допускаются.

На сегодняшний день задвижка ЗМС 80x70 для компании ООО «Корнет» является опытным изделием, поэтому для подтверждения качества, а так же для отработки и возможности корректировки технологии наплавки было принято решение производить разрушающий контроль одной детали из поставленной партии.

При данном разрушающем контроле определяют следующие параметры:

- глубина проплавления и высота наплавки;
- проверка дефектов в зоне сплавления на наличие пор, трещин;
- определения структуры (по требованию КД структура наплавленного металла аустенит;
- стойкость к межкристаллитной коррозии.

Для визуально измерительного контроля применяется универсальный набор ВИК ,рисунок 1.19.

Визуально-измерительный комплект ВИК предназначен:

- для визуального контроля основного материала, сварных соединений, наплавов;
- для измерения размеров и формы сварных соединений, размеров заготовок и полуфабрикатов, деталей, сварных соединений, изделий, а также поверхностных дефектов;

Комплект удовлетворяет требованиям РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



Рисунок 1.19 – Визуально-измерительный комплект ВИК

В комплект входят:

- люксметр ТКА-ЛЮКС;
- образцы шероховатости;
- линейка стальная 150 мм;
- штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- штангенрейсмас ШР-250;
- угольник поверочный УП 160x100 кл.1;
- шаблон радиусный №1;
- шаблон радиусный №3;
- набор щупов №4 70 мм;
- универсальный шаблон сварщика УШС-3;
- универсальный шаблон сварщика УШС-2;
- шаблон Красовского;
- лупа измерительная 10ти кратного увеличения;
- лупа просмотровая 2ти кратного увеличения;
- лупа просмотровая 7ти кратного увеличения;
- рулетка 2 метра;
- фонарь;
- маркер по металлу;

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		39

- мел термостойкий;
- зеркало с телескопической ручкой;
- инструкция по визуальному контролю РД 03-606-03;
- сумка-папка;
- паспорт со свидетельством о калибровке комплекта.

Для капиллярной дефектоскопии буду применят комплект указанный на рисунке 1.20



Рисунок 1.20 Комплект для капиллярной дефектоскопии

Состав комплекта:

Нормативный документ РД 13-06-2006

Пенетрант – 1 баллон; проявитель – 2 баллона; очиститель – 2 баллона; контрольный образец – 1 шт.; шкурка №8 – 2 листа А4; ткань – 1 п.м; маркер по металлу – 1шт.; перчатки х/б – 1 пара; лупа с подсветкой – 1 шт.; блокнот – 1 шт.; ручка/карандаш – 1 шт.; сумка упаковочная – 1 шт.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		40

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Для фиксации корпуса задвижки ЗМС 80x70.01 во время наплавки на позиционере, необходима дополнительная оснастка. Оптимальным вариантом для крепления и фиксации детали подходит трехкулачковый самоцентрирующийся патрон диаметром 400 мм, рисунок 2.1



Рисунок 2.1 – Патрон 3х кулачковый

Данный патрон позволит быстро и легко с достаточной точностью установить и закрепить деталь на позиционере, для дальнейшей наплавки. Сварка и наплавка с помощью роботизированных комплексов требует точную установку заготовок перед сваркой что и обеспечивает выбранный патрон.

Патрон крепится к позиционеру с помощью специальной переходной плиты, рисунок 2.2.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		41

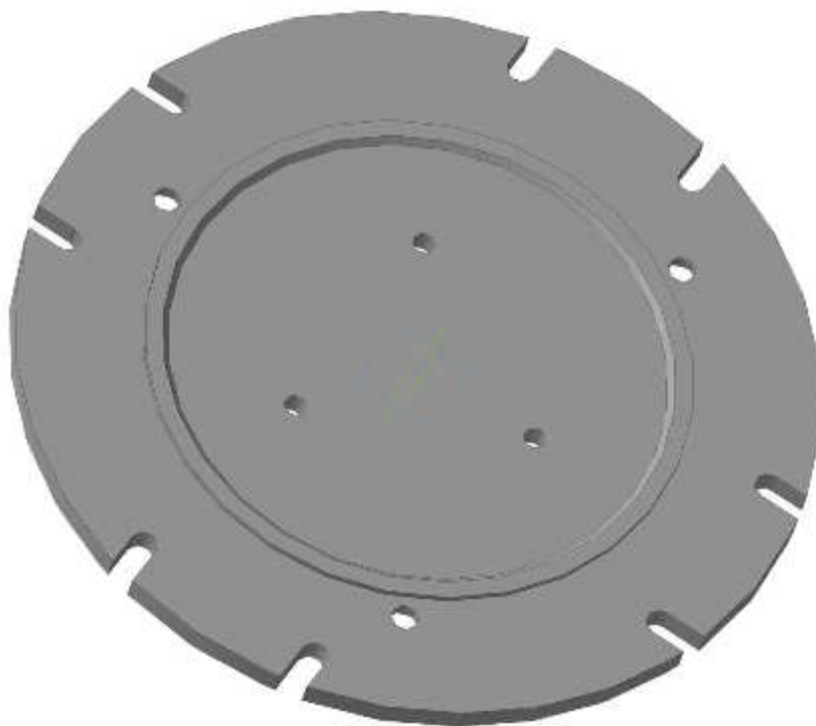


Рисунок 2.2 – Плита переходная

На плите имеются специальные пазы и отверстия для крепления само патрона, так и самой плиты к позиционеру.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		42

3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Применение сварочных роботов в производстве уменьшает воздействие на рабочих токсичных аэрозолей, светового и теплового излучения, брызг расплавленного металла, а также веса сварочного инструмента. Рабочие освобождаются от физического и психического напряжения, связанного с необходимостью удерживать сварочный инструмент в заданном положении относительно изделия и перемещать точку сварки вдоль шва с заданной скоростью. Это в свою очередь способствует меньшей утомляемости рабочих, что делает их более внимательными в течение все смены к качеству выполняемой работы и к безопасности своего труда.

Сварочные роботы, как и многие другие средства механизации и автоматизации сами являются источником повышенной опасности и травматизма. В этом смысле наиболее опасными свойствами роботов являются:

Большие скорости перемещения.

– Резкое выдвижение рабочего органа на большое расстояние, когда рабочая зона значительно больше объёма, занимаемого в нерабочем состоянии.

– Одновременность и сложность перемещений по нескольким степеням подвижности.

– Переменность конфигурации манипуляторов большинства роботов при выполнении заданной программы.

– Непредсказуемость траектории перемещения рабочего органа робота во время неполадок в системе управления.

Дополнительная опасность, которую создают данные факторы, состоит в том, что человек, оказывающийся в рабочей зоне работающего робота, обычно не успевает оценить пространственные и временные характеристики грозящей ему опасности.

Другими словами, применение роботов на производстве приводит к существенным изменениям в производственной среде, окружающей рабочих, прежде всего по условиям безопасности труда. Безопасное использование роботов в сварочном производстве обеспечивается выполнением требований безопасности

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

как на этапе разработки и конструирования средств робототехники, так и на этапе создания и эксплуатации РТК.

Общие требования безопасности к конструкции промышленных роботов, организации и эксплуатации роботизированных технологических комплексов и участков установлены по ГОСТ 12.2.072-82, который применительно к роботам и РТК для сварки должен использоваться совместно с ГОСТ 12.2.007.8-75.

По характеру безопасности, различают три режима работы роботов:

- Повторяющееся воспроизведение программы в ходе выполнения роботизированной операции.
- Программирование в процесс обучения, в том числе и проверка результатов программирования.
- Техническое обслуживание и устранение неполадок.

Как показывает опыт, большинство травм связано со вторым и третьим режимом работ, когда человек находится в пределах досягаемости робота. Поэтому наиболее радикальной мерой безопасности является исключение доступа людей в рабочую зону роботов путём ограждения РТК по всему периметру и блокировкой открытия дверей, обеспечивающей возможность воспроизведения программы только при закрытых дверях. При срабатывании блокировки дверей ограждения или других блокировок система управления РТК автоматически переходит на ручной режим работы.

При создании РТК дуговой сварки необходимо позаботиться также о том, чтобы излучение от дуги не мешало персоналу, работающему рядом с данным РТК. Применяют непрозрачные перегородки с окнами со светофильтрами, позволяющими наблюдать дугу без дополнительной защиты глаз. Расстояние от перегородки до робота определяется исходя из того, что между перегородкой и зоной максимальной досягаемости робота должно оставаться место для прохода человека.

При создании РТК необходимо предусмотреть возможность аварийного останова оборудования РТК, причем органы аварийного останова следует располагать в легкодоступном месте. РТК больших размеров должны оснащаться несколькими органами аварийного останова, расположенными на расстоянии не

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		44

более 4 м один от другого. Срабатывание устройств аварийного останова должно обеспечивать прекращение движения всех зон манипуляционной системы и останавливать работу сварочного оборудования независимо от режима работы РТК.

Безопасность работы с роботом повышается при соответствующей маркировке и предупреждающей окраске его подвижных частей. Рабочую зону робота необходимо очертить сплошными линиями шириной от 50 до 100мм, наносимыми на плоскость, окрашенную краской желтого цвета, стойкой к истиранию. На звеньях манипуляционной системы следует указывать обозначения координат, а также величины ходов.

Необходимо предусматривать невозможность закрытия дверей другим человеком и случайного включения робота на выполнение запрограммированной операции, если внутри ограждения находится обслуживающий персонал. Это должно обеспечиваться специальной системой контроля с ключом или дополнительными блокировочными устройствами.

При использовании данной системы контроля с ключом обслуживающий персонал имеет только один ключ, которым открывается дверь ограждения с выключением при этом системы управления РТК. Если необходим доступ внутрь ограждения, оператор должен вставить ключ в специальное гнездо, после чего система управления РТК может работать только в режиме программирования и отладки программы. Покидая пределы ограждения, оператор должен взять с собой ключ, так как только этим ключом можно закрыть дверь и создать условия, позволяющие включить РТК для работы в рабочем режиме.

Весьма эффективным средством дополнительной блокировки является использование выключающих матов, представляющих собой многослойный настил в рабочей зоне РТК.

Под верхним слоем такого настила находится система электрических или пневматических переключателей, часть из которых, расположенная в зоне, где стоит человек, срабатывает под действием его веса. Выключающий мат заданной формы набирается из прямоугольных модулей. В простейшем случае он может быть выполнен подобно полу в лифте.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		45

В режиме программирования оператору необходимо находиться в непосредственной близости от точки сварки. Травмы в этом случае, а также при выполнении работ по техническому обслуживанию возможны в результате ошибочных, непреднамеренных действий оператора или внезапного отказа составных частей роботизированного комплекса и неудачного решения вопросов эргономики и техники безопасности при планировке размещения основного оборудования комплекса, неудачной конструкции технологической оснастки и нарушения правил техники безопасности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.072-82 скорость перемещения исполнительных органов робота при обучении и наладке не должна превышать 300 мм в секунду, если условия выполнения этих работ требуют присутствия обслуживающего персонала в рабочей зоне робота. На пониженной скорости целесообразно также проводить и первую проверку функционирования робота по новой программе.

Предусматривая различные блокировки, следует учитывать время срабатывания блокировок и иметь в виду, что, выполняя резкие движения, человек может перемещаться на девятьсот миллиметров за две сотые секунды.

Чтобы уменьшить опасность получения травм персоналом, находящегося в рабочей зоне робота при обучении или техническом обслуживании, могут применяться упругие бамперы, крепящиеся к руке робота. При смещении или деформации бамперов срабатывают соответствующие аварийные переключатели. Кроме того, упругий бампер смягчает удар о препятствие.

Сварочное оборудование при роботизированной сварке загружено в два, а иногда и в три раза более интенсивно, чем при выполнении данных работ вручную сварщиком.

В соответствующее число раз увеличивается количество выделяемых вредных газов и аэрозолей в расчете на одну горелку. Удаление вредных выделений непосредственно из зоны их возникновения, т.е. оборудование сварочных горелок роботов всасывающим соплом системы газоудаления, является эффективным с точки зрения очистки цеховой атмосферы, однако ухудшает манипуляционные возможности сварочного робота и значительно затрудняет возможность сварки в малодоступных местах.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Поэтому создаются системы общего удаления вредных газов и аэрозолей из рабочей зоны робота. Данная система очень удобна при использовании двухпозиционных поворотных столов. Ограждение рабочей зоны в этом случае выполняют из гибких пластиковых лент, которые не препятствуют повороту стола с заготовками и сварными конструкциями, но создают вокруг рабочей зоны своего рода изолированный объём пространства, из которого газы и аэрозоли удаляются более интенсивно и не распространяются по цеху, как это происходит при отсутствии описанного ограждения.

Данное ограждение способствует повышению безопасности рабочего и обслуживающего персонала как в части предотвращения механических травм, так и в отношении защиты окружающих от брызг расплавленного металла и светового облучения.

Никакие средства техники безопасности не исключают несчастных случаев при работе с роботами, если персонал не будет проходить качественное обучение. К работе с роботами, согласно ГОСТ 12.2.072-82 допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и получившие удостоверение на право обслуживания роботов, РТК и участков с роботами.

На данный момент производятся работы по созданию системы средств безопасности, включающей в себя различные виды датчиков и отдельный компьютерное обеспечение, которое непрерывно анализировала бы обстановку в рабочей зоне и корректировала работу робота в опасных для человека ситуациях.

Одновременно разрабатываются цифровые методы распознавания и минимизации ложных сигналов, вызывающих непредвиденные действия робота. На данный момент используются как аппаратные, так и программные средства обеспечения безопасной эксплуатации роботов.

Для средств робототехники, справедлив принцип: «безопасно, то оборудование, которое обеспечено надлежащим уходом и качественным техническим обслуживанием». Необходимо обеспечить регулярную и тщательную проверку исправности всех механических соединений, передач и механизмов, целостность кабелей, правильность и надежность функционирования средств безопасности. Очень важное значение имеет поддержание порядка на

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		47

роботизированном рабочем месте. Складирование заготовок и деталей на полу в непосредственной близости от рабочей зоны недопустимо. Данные предметы могут быть причиной получения травм персонала роботом, так как отвлекают внимание персонала и мешают его свободному перемещению и препятствуют выбору наиболее удобного и безопасного места при работе. По этой же причине источником опасности являются свободно лежащие на полу соединительные кабели и провода, как это иногда бывает на этапе пуско-наладочных работ.

Многие специалисты подтверждают необходимость системного подхода к обеспечению безопасности работы с роботами на этапе разработки роботизированных комплексов.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта был составлен технологический процесс наплавки уплотнительных поверхностей корпуса задвижки ЗМС 80х70.01, были выбраны сварочные материалы. Подобрано сварочное оборудование с внедрением роботизированного комплекса. Наплавка выполняется по управляющей программе с помощью специализированных быстросменных сварочных горелок. Рассчитана температура предварительного подогрева, режимы наплавки и подобран оптимальный режим термической обработки после наплавки.

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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. 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.: Высшая школа, 1991. – 398 с., ил.

4. Устьевое оборудование нефтяных и газовых скважин. Справочная книга, М., «Недра», 1978. 235 с.

5. СТО ЮУрГУ 04-2008. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению.– 2-е изд., переработанное. Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 56 с

6. <http://www.studfiles.ru/preview/4012587/>

7. <http://www.expertnk.ru/>

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		50

ПРИЛОЖЕНИЯ

					15.03.01.2017.109.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		51